

(19) 日本国特許庁 (J・P)

公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-336163

(43) 公開日 平成8年(1996)12月17日

(51) Int. Cl.⁶ 識別記号
H04N 11/04 9185-5C
1/41
7/30

F I
H04N 11/04 Z
1/41 B
7/133 Z

審査請求 未請求 請求項の数46 O.L. (全52頁)

(21) 出願番号 特願平7-124756

(22) 出願日 平成7年(1995)5月24日

(31) 優先権主張番号 特願平7-78953

(32) 優先日 平7(1995)4月4日

(33) 優先権主張国 日本 (J・P)

(71) 出願人 000006013 三菱電機株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 森山正志 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(72) 発明者 大鶴祥介 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
(72) 発明者 和田隆吉 長岡京市馬場園所1番地 三菱電機株式会社京都製作所内

(74) 代理人 弁理士 高田 守 (外4名)

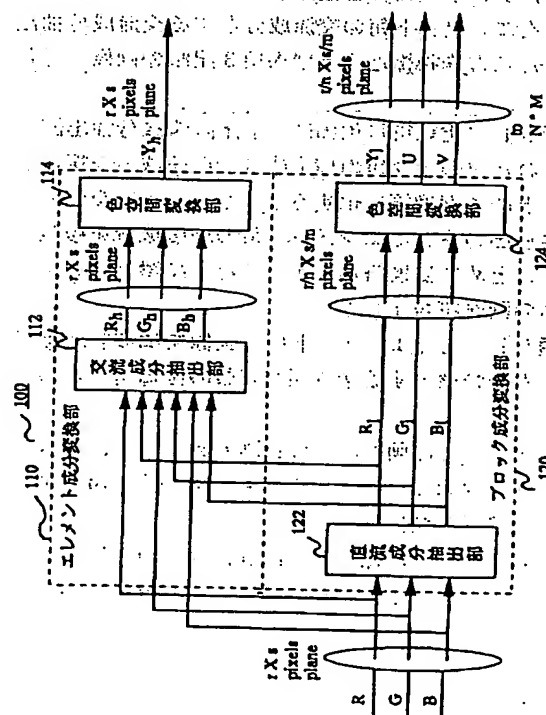
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像符号化装置及び画像復号化装置及び画像処理装置及び画像符号化方法及び画像復号化方法及び画像出力装置

(57) 【要約】
【目的】 人間の視覚特性を充分考慮した符号化効率のよい符号化装置を得る。

【構成】 変換部100において、RGB信号を入力し、色空間変換を行い、高解像度の輝度成分Y_hと低解像度の輝度成分Y_lと低解像度の色差成分U、Vを出力する。直流成分抽出部122がブロック単位の色成分情報R_h、G_h、B_hを出力し、色空間変換部124がブロック単位の色空間変換を行う。一方、交流成分抽出部112は、RGB信号とR_h、G_h、B_hとの差分を取り、画素単位の成分R_l、G_l、B_lを出力する。色空間変換部114は、輝度成分Y_lのみを出力する。

【効果】 画素単位の色差成分を無視することにより、効果的に画像情報を圧縮できる。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 以下の要素を有する画像符号化装置

(a) 複数のエレメントから構成される画像を入力する入力部、(b) 上記エレメントを処理単位とするエレメント毎の輝度成分データを抽出するとともに、所定数の隣接するエレメントからブロックを構成し、上記ブロックを処理単位とするブロック毎の輝度成分データと色差成分データを抽出する変換部、(c) 上記変換部により抽出されたエレメント毎の輝度成分データとブロック毎の輝度成分データと色差成分データを入力し、符号化して出力する符号化部、(d) 上記符号化部により出力された符号データを量子化する量子化部、(e) 上記量子化部により量子化されたデータを出力する出力部。

【請求項2】 上記入力部は、各エレメントに対して、赤、緑、青の色成分を入力し、上記変換部は、上記赤、緑、青の色成分をブロック毎にまとめてブロック毎の色空間変換を行い、ブロック毎の輝度成分と色差成分を求めるブロック成分変換部と、上記赤、緑、青の色成分を用いてエレメント毎の色空間変換を行い、エレメント毎の輝度成分を求めるエレメント成分変換部を備えたことを特徴とする請求項1記載の画像符号化装置。

【請求項3】 上記ブロック成分変換部は、各ブロック毎に、赤、緑、青の各色成分の基底周波数を求め、各成分の基底周波数をブロック毎の直流成分とする直流成分抽出部を備えたことを特徴とする請求項2記載の画像符号化装置。

【請求項4】 上記エレメント成分変換部は、エレメント毎に、各エレメントの各色成分の値と、そのエレメントが属するブロックに対して上記直流成分抽出部により抽出されたブロック毎の各直流成分の値との差を求め、求めた差をエレメント毎の交流成分とする交流成分抽出部を備えたことを特徴とする請求項3記載の画像符号化装置。

【請求項5】 上記符号化部は、上記直流成分抽出部から出力されたブロック毎の輝度成分と色差成分を複数ブロックまとめて変換符号化するとともに、上記交流成分抽出部から出力されたエレメント毎の輝度成分を複数エレメントまとめて変換符号化することを特徴とする請求項2記載の画像符号化装置。

【請求項6】 上記エレメントは、画像を構成する画素であることを特徴とする請求項5記載の画像符号化装置。

【請求項7】 上記画像は、静止画であり、上記ブロックは、2次元ブロックであることを特徴とする請求項6記載の画像符号化装置。

【請求項8】 上記画像は、上記静止画を時間軸に連続させた動画であり、上記ブロックは、時間軸を持つ3次元ブロックであることを特徴とする請求項6記載の画像符号化装置。

【請求項9】 上記ブロックは、 $2^a \times 2^b \times 2^c$ (a

とbとcは0以上の整数)の画素から構成されたことを特徴とする請求項7又は8記載の画像符号化装置。

【請求項10】 上記ブロックは、 $4 \times 4 \times 2^c$ (cは0と2のいずれかの値)の画素から構成されたことを特徴とする請求項9記載の画像符号化装置。

【請求項11】 上記符号化部は、直交変換を用いていることを特徴とする請求項9記載の画像符号化装置。

【請求項12】 上記符号化部は、離散コサイン変換を用いていることを特徴とする請求項11記載の画像符号化装置。

【請求項13】 上記符号化部は、 $2^d \times 2^e \times 2^f$ (cとdとfは0以上の整数)のブロックをまとめて変換符号化することを特徴とする請求項12記載の画像符号化装置。

【請求項14】 上記符号化部は、 $4 \times 4 \times 2^f$ (fは0と2のいずれかの値)のブロックを変換符号化することを特徴とする請求項13記載の画像符号化装置。

【請求項15】 上記量子化部は、人間の視覚特性に基づいて求めた量子化テーブルを備えたことを特徴とする請求項13記載の画像符号化装置。

【請求項16】 上記量子化部は、量子化するデータの値を減衰させる減衰テーブルを備えたことを特徴とする請求項15記載の画像符号化装置。

【請求項17】 以下の要素を有する画像復号化装置

(a) 複数のエレメントから構成される画像のエレメント毎に抽出したエレメント毎の輝度成分データと、所定数の複数のエレメントからなるブロック毎に抽出したブロック毎の輝度成分データと色差成分データをを入力する入力部、(b) 上記入力部により入力されたエレメント毎の輝度成分データと、上記ブロック毎の輝度成分データと色差成分データを用いて、エレメント毎の色空間変換を行い、エレメント毎の赤、緑、青の色成分を出力する逆変換部。

【請求項18】 上記逆変換部は、上記エレメント毎の輝度成分データにブロック毎の輝度成分データを加算して新たなエレメント毎の輝度成分データとする輝度成分の加算部を備えたことを特徴とする請求項17記載の画像復号化装置。

【請求項19】 上記逆変換部は、上記ブロック毎の輝度成分データと色成分データをそのブロックに含まれる各エレメント毎の輝度成分データと色差成分データに割り当てる割り当て部を備えたことを特徴とする請求項18記載の画像復号化装置。

【請求項20】 画像を輝度成分と色差成分を用いた色空間により表現する画像処理装置において、画像を、第1の解像度による第1の輝度成分データと、第1の解像度よりも低い解像度を持つ第2の解像度による第2の輝度成分データと、第2の解像度による色差成分データにより表現することを特徴とする画像処理装置。

【請求項21】 上記画像は、2次元配列された画素に

より構成された静止画像であり、第 1 の解像度は画素数により決定され、第 2 の解像度は少なくとも上記 2 次元のいずれかの次元において第 1 の解像度の $1/3 \sim 1/5$ 倍であることを特徴とする請求項 2 0 記載の画像処理装置。

【請求項 2 2】 上記第 2 の解像度は、第 1 の解像度の $1/4$ 倍であることを特徴とする請求項 2 1 記載の画像処理装置。

【請求項 2 3】 上記画像は、時間軸を 3 次元目とする動画像であり、3 次元目においても上記第 2 解像度は第 1 の解像度の $1/3 \sim 1/5$ 倍であることを特徴とする請求項 2 0 記載の画像処理装置。

【請求項 2 4】 上記画像処理装置は、画像を入力する画像入力装置、画像を表示する画像表示装置、画像を蓄積する画像蓄積装置、画像を印刷する画像印刷装置、画像を伝送する画像伝送装置、画像を出力する画像出力装置、画像を符号化する画像符号化装置、画像を復号化する画像復号化装置のいずれかであることを特徴とする請求項 2 0 記載の画像処理装置。

【請求項 2 5】 以下の工程を有する画像符号化方法
(a) 第 1 の解像度を持ち、RGB 色空間で表された色成分を入力する入力工程、(b) 上記 RGB 色空間で表された色成分を上記第 1 の解像度を持った YUV 色空間の輝度成分に変換する第 1 の変換工程、(c) 上記 RGB 色空間で表された色成分を上記第 1 の解像度よりも低い解像度を持った第 2 の解像度で、YUV 色空間の輝度成分と色差成分に変換する第 2 の変換工程、(d) 上記第 1 の解像度を持った輝度成分と第 2 の解像度を持った輝度成分と、色差成分を出力する出力工程。

【請求項 2 6】 上記第 2 の変換工程は、更に、上記 RGB 色空間で表された色成分から第 2 の解像度の RGB 色空間の色成分を算出する工程と、第 2 の解像度の RGB 色空間の色成分を YUV 色空間の輝度成分と色差成分に変換する工程とを備え、上記第 1 の変換工程は、第 1 の解像度を持つ RGB 色空間で表された色成分と第 2 の解像度の RGB 色空間の色成分との差を算出する工程と、算出した差を YUV 色空間の輝度成分に変換する工程とを備えたことを特徴とする請求項 2 5 記載の画像符号化方法。

【請求項 2 7】 上記画像符号化方法は、更に、出力工程により出力された第 1 の輝度成分を $n \times m$ (n, m は正の整数) を単位として変換符号化する工程と、出力工程により出力された第 2 の輝度成分と色差成分を $n \times m \times M$ (N, M は正の整数) を単位として変換符号化する工程を備えたことを特徴とする請求項 2 5 記載の画像符号化方法。

【請求項 2 8】 上記画像符号化方法は、更に、変換符号化された符号を人間の視覚特性に基づいて求めた量子化テーブルを用いて量子化する工程を備えたことを特徴とする請求項 2 7 記載の画像符号化方法。

【請求項 2 9】 上記画像符号化方法は、更に、変換符号化された符号を減衰させる工程を備えたことを特徴とする請求項 2 7 記載の画像符号化方法。

【請求項 3 0】 以下の工程を有する画像復号化方法

(a) YUV 色空間で表された第 1 の解像度を持った第 1 の輝度成分と第 1 の解像度よりも低い第 2 の解像度を持った第 2 の輝度成分と、第 2 の解像度を持った色差成分を入力する入力工程、(b) 上記第 1 の解像度を持った第 1 の輝度成分と、第 2 の解像度を持った第 2 の輝度成分と色差成分を第 1 の解像度を持った RGB 色空間の色差成分に逆変換する逆変換工程。

【請求項 3 1】 上記逆変換工程は、第 1 の解像度を持った第 1 の輝度成分と第 2 の解像度を持った第 2 の輝度成分を加算して新たな第 1 の解像度を持った輝度成分を生成する工程を備えたことを特徴とする請求項 3 0 記載の画像復号化方法。

【請求項 3 2】 以下の要素を有する画像符号化装置

(a) 複数のエレメントから構成される画像を入力する入力部、(b) 上記エレメントを処理単位とするエレメント毎の輝度成分データを抽出するとともに、所定数の隣接するエレメントからブロックを構成し、上記ブロックを処理単位とするブロック毎の色成分を抽出する変換部、(c) 上記変換部により抽出されたエレメント毎の輝度成分データとブロック毎の色成分データを入力し、符号化して出力する符号化部、(d) 上記符号化部により出力された符号データを量子化する量子化部、(e) 上記量子化部により量子化されたデータを出力する出力部。

【請求項 3 3】 上記入力部は、各エレメントに対して、赤、緑、青の色成分を入力し、上記変換部は、上記赤、緑、青の色成分をブロック毎にまとめてブロック毎の色成分を求めるブロック成分変換部と、上記赤、緑、青の色成分を用いてエレメント毎の色空間変換を行い、エレメント毎の輝度成分を求めるエレメント成分変換部を備えたことを特徴とする請求項 3 2 記載の画像符号化装置。

【請求項 3 4】 上記ブロック成分変換部は、各ブロック毎に、赤、緑、青の各成分の基底周波数を求め、各成分の基底周波数をブロック毎の直流成分とする直流成分抽出部を備えたことを特徴とする請求項 3 3 記載の画像符号化装置。

【請求項 3 5】 上記エレメント成分変換部は、エレメント毎に、各エレメントの各色成分の値と、そのエレメントが属するブロックに対して上記直流成分抽出部により抽出されたブロック毎の各直流成分の値との差を求め、求めた差をエレメント毎の交流成分とする交流成分抽出部を備えたことを特徴とする請求項 3 4 記載の画像符号化装置。

【請求項 3 6】 上記符号化部は、上記直流成分抽出部から出力されたブロック毎の色成分を複数ブロックまと

めて変換符号化するとともに、上記交流成分抽出部から出力されたエレメント毎の輝度成分を複数エレメントまとめて変換符号化することを特徴とする請求項3記載の画像符号化装置。

【請求項3.7】 以下の要素を有する画像出力装置

(a) 複数のエレメントから構成される画像の画像信号を入力し、輝度成分データと、色成分データを供給する入力部、(b) 上記輝度成分データに対して所定のエレメント数からなる第1の階調領域を用いて階調を表す第1の階調部、(c) 上記色成分データに対して、上記第1の階調領域より多くのエレメント数からなる第2の階調領域を用いて階調を表す第2の階調部、(d) 上記第1と第2の階調手段により表された階調を用いて画像を出力する出力部。

【請求項3.8】 上記輝度成分データは、エレメント毎の輝度成分であり、上記色成分データは、複数エレメントから構成されたブロック毎の赤、緑、青の色成分であることを特徴とする請求項3.7記載の画像出力装置。

【請求項3.9】 上記入力部は、ブロック毎の輝度成分と色差成分を入力し、ブロック毎の輝度成分と色差成分をブロック毎の赤、緑、青の色成分に変換する色空間変換部を備えていることを特徴とする請求項3.8記載の画像出力装置。

【請求項4.0】 上記画像信号は、符号化されたデータであり、上記入力部は符号化された画像信号を復号化する復号化部を備えたことを特徴とする請求項3.7記載の画像出力装置。

【請求項4.1】 上記第1の階調部は、輝度成分データに対して1画素を第1の階調領域として割り当てることを特徴とする請求項3.7記載の画像出力装置。

【請求項4.2】 上記第1の階調部は、輝度成分データに対して2×2画素を第1の階調領域として割り当てることを特徴とする請求項3.7記載の画像出力装置。

【請求項4.3】 上記第2の階調部は、色成分データに対して4×4画素を第2の階調領域として割り当てることを特徴とする請求項4.1又は4.2記載の画像出力装置。

【請求項4.4】 上記第1と第2の階調部は、階調を再現するための2値化手法を用いて階調を表していることを特徴とする請求項3.7記載の画像出力装置。

【請求項4.5】 上記2値化手法は、濃度パターン法又はディザ法であることを特徴とする請求項4.4記載の画像出力装置。

【請求項4.6】 上記2値化手法は、誤差拡散法であることを特徴とする請求項4.4記載の画像出力装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、カラーテレビジョン信号などのデジタル画像信号を、高能率に圧縮できる符号化装置及び復号化装置に関するものである。特に人

間の視覚特性に基づいて、輝度成分と色差成分を処理する符号化装置及び復号化装置に関するものである。また更には、2次元の静止画の画像圧縮方式を拡張して3次元の動画に対して適用することにより、動画像を高能率に圧縮できる符号化装置及び復号化装置に関するものである。

【0002】 また、この発明は、カラープリンタ等の印刷システムにおける画像出力装置に関するもので、2値の出力装置を用いても、結果として色再現性及び解像度にすぐれた画像を得る画像出力装置に関するものである。

【0003】

【従来の技術】 図8.3は、「カラー液晶ディスプレイ」(産業図書、平成2年12月14日発行、頁8)に記載された画像の見やすさを決定している要因を示す図である。画像の見やすさを決定している要因は、図8.3に示すように、3つの大きな要因から構成されている。第1は「表示の特性」であり、画像を表示するディスプレイパネルの特性により画像の見やすさが決定される。第2は「光源」であり、画像を表示するための光源と周囲の照明環境により画像の見やすさが決定される。第3は「人間の目の特性と脳の働き」であり、人間の目と脳における画像の感覚、視覚、認識システムによつて画像の見やすさが変わってくる。前述した「表示の特性」を改良することにより、画像の見やすさを改良してきている。特に、ディスプレイパネルの特性において見やすさを決定している要因は、(1)明るさの最大値とその平均値、(2)明るさコントラスト、(3)白さと黒さ、(4)色範囲、(5)空間及び時間分解能、(6)表示面積、(7)視覚特性、(8)階調などである。一方、「光源」としては、例えば画像を表示する表示光源及び画像を見る周囲の照明環境等が、その見やすさの要因として挙げられる。従来からディスプレイパネルの表示の特性や光源の特性に関しては、いろいろな研究がなされ、その研究に基づく装置が新たに開発されてきている。

【0004】 一方、視覚の特性に関しても、各種の研究報告がされている。図8.4は、「画像情報圧縮」(オーム社、平成3年8月25日発行、頁29)に記載された視覚の空間周波数特性を示す図である。図8.5は、同じく前掲の文献「画像情報圧縮」(頁37)に示された視覚の時空間周波数特性を示す図である。図8.4に示すように、視覚の空間周波数特性は、白-黒の輝度パターンの場合には、空間周波数3サイクル/デグリーにピークを持つ帯域通過形のフィルタ特性を示す。赤-緑と黄-青の色度パターンの空間周波数は、輝度の場合に比べてピークとなる空間周波数が小さい値を持っている。このことは、画像の信号処理を行う場合に、RGBの三原色信号を用いる代りに輝度成分と2つの色差成分を用いることの妥当性を示すものである。多くの従来のシステム

において、色差成分の帯域幅が輝度成分の帯域幅の約3分の1から4分の1で用いられてきているのは、この人間の視覚特性を利用したものである。図85は、視覚の時空間周波数特性を示している。図85は、横軸に空間周波数を示し、縦軸に時間周波数を示している。空間周波数と時間周波数に対する視覚特性はよく似た性質を持っているということが報告されている。

【0005】図86は、従来の画像データを符号化する方式を示す図である。図86は、「画像圧縮技術の話」(工業調査会、1993年10月10日発行、頁39)に記載された画像の種別に対応した符号化方式を示す図である。画像には静止画像と動画像があり、静止画像は2値画像、多値画像と自然画像に分類できる。また、動画像は自然画像として扱うことができる。これらの各画像の種別に応じて、適合する符号化方式が考えられている。図86に示す符号化方式は、単独で用いられる場合もある。あるいは、複数種類組み合わせられて用いられる場合もある。動画像の符号化に用いられる従来の符号化方式の一例を、以下に説明する。画像信号を高能率に符号化しようとする場合、画像信号に含まれる冗長成分を取り除くことが重要である。特に、動画像を符号化する代表的な手法としては、すでに符号化された画像と、新たに符号化する画像との差分をとり、差分情報のみを符号化するいわゆるフレーム間符号化方式がよく知られている。

【0006】図87は、例えば、日本特許特開昭63-208382号公報に示されたフレーム間符号化装置に関するブロック図であり、図において、1は前フレームの画像情報を蓄積するフレームメモリ、2は動きベクトル検出部、3は減算器、4は符号化部、5は局部復号部、6は加算器、7はフィルタ、8はフィルタ制御部である。

【0007】次に、動作について説明する。フレームメモリ1に蓄積されている1フレーム前の画像信号11と、入力画像信号12とは、動きベクトル検出部2において、16×16画素を1ブロックとしてブロック毎にブロックマッチングがとられる。動きベクトル検出部2は、ブロック毎に動き量とその方向を示す動きベクトル13を発生する。フレームメモリ1は、動きベクトル13に応じて動き補償予測信号14を生じる。減算器3は、16×16画素を1ブロックとしてブロック毎に入

力画像信号12から動き補償予測信号14を減算して、予測誤差信号(差分信号ともいう)15を発生する。

【0008】符号化部4は、予測誤差信号15を8×8画素を1ブロックとして直交変換し、直交変換した結果、量子化して符号化された誤差情報16を発生する。局部復号部5は、符号化された誤差情報16を復号し、局部復号誤差信号17を出力する。加算器6は、動き補償予測信号14と局部復号誤差信号17を加算して、局部復号信号18を発生する。フィルタ7は、局部復号信号18における高域成分を除去し、平滑化された局部復号信号19を発生する。フィルタ制御部8は、動きベクトル13の大きさに応じて、フィルタ7の挿入又は非挿入を制御する制御信号20を出力する。このようにして、発生した符号化された誤差信号16と、動きベクトル13とは伝送路を経て送出される。前述したように、これらの処理は画像信号に対して16×16画素単位、又は8×8画素単位毎に行われる。

【0009】前記の従来例においては、加算器6の後段にフィルタ7を設けているが、フレームメモリ1の後段に設ける方法も知られている。また、動き検出の精度を高めるため、整数画素単位以下で探索を行う方法やブロック単位に閉じたフィルタ処理を行う方法、周辺画素も含めてフィルタ処理を行う方法がある。これらいずれの方法においても、動き量に応じて高周波成分を抑圧することにより、ノイズを除去し符号化効率の向上を図っている。

【0010】また、従来の装置でフレーム内符号化を行う場合は、入力画像信号12をそのまま符号化部4で量子化して符号化された入力情報16を発生する。局部復号部5は符号化された入力情報16を復号し、局部復号誤差信号17をフレームメモリ1へ出力する。このようにして発生した符号化された入力情報16は、伝送路を経て送出される。

【0011】ここで、上記符号化装置に入力される画像信号について説明する。画像信号の形態として、赤R、緑G、青Bの三原色信号(R、G、B信号)がある。また、画像信号の形態として、一般的な輝度成分Y、色差成分U、V、Wがある。U、V、Wの各々を例えば(R-Y)、(B-Y)及び(G-Y)の色差成分とすると、これらの色差成分U、V、Wと輝度成分Yの間には、次のような関係がある。

$$Y = 0.30R + 0.59G + 0.11B \quad (1)$$

$$R - Y = 0.70R - 0.59G - 0.11B (=U)$$

$$B - Y = -0.30R - 0.59G + 0.89B (=V)$$

$$G - Y = -0.30R - 0.41G - 0.11B (=W)$$

$$\dots\dots\dots (2)$$

$$0.3(R - Y) + 0.59(G - Y) + 0.11(B - Y) = 0$$

$$\dots\dots\dots (3)$$

【0012】従って、例えば、輝度成分Yと2つの色差成分R-Y(=U)及びB-Y(=W)の計3つの画像

信号から、赤R、緑G、青Bからなるフルカラー画像信号が上記式(1)、(2)、(3)の演算より再生でき

る。この最も一般的な応用が、NTSCカラーテレビジョン信号である。つまり、式差信号 $R-Y$ 、 $B-Y$ 、 $G-Y$ のうちのいずれか2組の信号の組み合わせと、 Y との組合せでフルカラーの情報は伝送可能である。

【0013】ここで、コンポーネント画像信号及びそれに係わるコンポーネント符号化方式について補足説明する。画像信号を構成するRGB信号又は輝度成分 Y 、色差成分 $R-Y$ 、 $B-Y$ 等を独立にデジタル符号に変換する方式を、コンポーネント符号化方式と呼ぶ。コンポーネント符号化方式により、符号化された入力画像信号をコンポーネント画像信号と称す。このコンポーネント画像信号が図87に示す符号化装置に入力され、符号化

(A) $Y:U:V=4:4:4$ ($=1:1:1$)

(B) $Y:U:V=4:2:2$

(C) $Y:U:V=4:1:1$

【0016】図88、図89、図90は、 $4:4:4$ 、 $4:2:2$ 及び $4:1:1$ の各方式の画素構成のモデルを示したものである。上記の(A)方式は、輝度成分 Y と色差成分 U 、 V の注目画素当たりのデータ量が全て同一であり、いわゆる基本のものである。また、(B)及び(C)の方式は輝度成分 Y の注目画素当たりのデータ量の $1/2$ 、 $1/4$ に相当する注目画素当たりのデータ量で色差成分が処理されるものである。上記データ量の差は、輝度成分 Y と色差成分 U 、 V を伝送する場合、及びメモリに記憶する場合にも適用され、伝送レート及びメモリ容量の差となって現れる。

【0017】色差成分の画質は、(A)、(B)、(C)の順に劣化してくることは明らかである。人間の目の視覚特性として、色信号に対する解像度は輝度成分の解像度に対して低いという特性から、上記(B)及び(C)の方式は、実用上問題なく使用されている。

【0018】例えば、 $4:2:2$ の一例として、図91に代表例を示す。図91は、「テレビ信号のデジタル回路」(コロナ社、江藤、阿知葉、1989年9月25日初版、P8~P10)に示されたテレビ信号のパラメータを示す図である。なお、図91では、色差成分 U 、 V を C_1 、 C_2 として示している。このパラメータによると、例えば、伝送レート(Mb/s)は、直列伝送方式で、 $216Mb/s$ ($=8ビット \times 13.5M + 8ビット \times 6.75M \times 2$)である。8本のデータ線と、1本のクロック計9本の伝送路による並列伝送方式では、1本の伝送路当たり $27MH$ ($=13.5M + 6.75M \times 2$)である。実際には、冗長ビットを必要とするので、例えば、冗長ビットを8ビットのデータに対して1ビットと仮に設定すると、直列伝送方式では $243Mb/s$ ($=9 \times 13.5M + 9 \times 6.75 \times 2$)となる。

【0019】また、輝度成分 Y の伝送路と色差成分 U 、 V の伝送路を分け、2本の伝送路に並列に分離した場合(冗長ビットは省略)、上記の計算を利用すると輝度成分 Y 及び色差成分 U 、 V 各々の伝送路の伝送レートは、

される。

【0014】そこで、上記コンポーネント画像信号を、あるコンポーネント符号化方式で符号化したり、伝送したり又はメモリ処理をするに際し、いかに注目画素当たりのデータ量を下げるかが課題となる。また、いかに伝送レート(単位時間当たりに伝送し得るビット、通常 Mb/s 、メガビットパーセコンド)を下げるかが課題となる。輝度成分 Y 、色差成分 U 、 V をデジタル信号とした時、例えば、次のような3方式のコンポーネント符号化方式がある。

【0015】一例として、下記の(A)、(B)及び(C)の方式がある。

(A) $Y:U:V=4:4:4$ ($=1:1:1$)

(B) $Y:U:V=4:2:2$

(C) $Y:U:V=4:1:1$

$108Mb/s$ となる。これに $108Mb/s$ のクロック伝送路が1本加わることになる。いずれにしても、概略 $100Mb/s$ 前後の伝送レートに耐える伝送路を必要とする。この符号化方式($4:2:2$)は、デジタルテレビジョンのスタジオ及びデジタルVTRのフォーマットに用いられているCCIR(CONSULTATIVE COMMITTEE INTERNATIONAL RADIO)総会の勧告の規格である。

【0020】図92は、同じ文献「テレビ信号のデジタル回路」(P10)にあるHDTV符号化方式案を示し、並列伝送方式では、 $148.5Mb/s$ ($74.25M + 3 \times 7.25M \times 2$)、直列伝送方式では、 $148.8Mb/s$ ($148.5M \times 8$)をも必要とすることを示すものである。

【0021】また、先の(C)方式の $4:1:1$ の場合では、同じく伝送路を2本並列に分離した場合(冗長ビットは省略)輝度成分は $108Mb/s$ 、色差成分 U 、 V は $54Mb/s$ となる。

【0022】ところで上記(C)方式の $4:1:1$ によるコンポーネント画像信号より、更に色差成分の注目画素当たりのデータ量を低くおさえた場合(例えば $4:0:0$ 、 $5:0:0$ 、 $5:1:1$)、画質は当然ながら劣化する。しかし全体としてのデータ量が減り、デジタル映像機器では使用するメモリ容量の縮小、回路規模の縮小及び消費電力の縮小も見込められるとともに、伝送レートを同一にしている時は、画像データ量が減少している分だけ所定の情報(例えば、1フレームのデータ)を短い時間で伝送することが可能である等の利点がある。あるいは、冗長データ、文字データ、暗号化データを所定時間内で多く伝送することも可能である。

【0023】しかしながら、従来では、これらの利点と画質の劣化という両者を勘案して、実用的なレベルの符号化方式として、 $4:1:1$ としているのが実情である。

【0024】なお、従来の信号処理装置として、輝度成

分 Y 、色差成分 $R-Y$ 、 $B-Y$ からなるコンポーネント画像信号を入力し、同じく出力信号として輝度成分 Y 、色差成分 $R-Y$ 、 $B-Y$ を出力するものが存在する。この信号処理装置は、 $4:4:4$ の輝度成分 Y と色差成分 U 、 V を入力し、標準化周波数比が $4:2:2$ 又は $4:1:1$ になるような所定のフィルタリング処理を行うものである。 $4:4:4$ の符号化方式を、 $4:2:2$ 又は $4:1:1$ に変換するとかいう方式変換は、この図93の信号処理ブロックで実施されることは周知のことである。

【0025】次に、上記コンポーネント符号化方式を用いた具体例について説明する。画像圧縮方式として、JPE(G(JOINT PHOTOGRAPHIC CODING EXPERT GROUP))の静止画像の圧縮技術が提案されている。また、MPEG(MOVING PICTURE CODING EXPERT GROUP)による動画の圧縮画像が提案されている。

図94は、MPEGで提案している「 $4:2:2$ 符号化方式」を示す図である。図94は、前述した(B)方式に対応している。図95は、同じくMPEGで提案している「 $4:2:0$ 符号化方式」を示す図である。図95は、前述した(C)方式に対応している。MPEGでは、輝度成分 Y と2つの色差成分 C_{11} 、 C_{12} の標準化周波数の比(解像度の比)を特定している。図94に示す「 $4:2:2$ 符号化方式」の場合は、色差成分 C_{11} と色差成分 C_{12} の解像度は、輝度成分 Y の水平方向の2分の1にあたる。また、図95に示す「 $4:2:0$ 符号化方式」の場合は、色差成分 C_{11} と色差成分 C_{12} の信号の解像度は、輝度成分 Y の水平方向及び垂直方向のそれぞれの2分の1にあたる。図87に示した従来の符号化装置は、図94あるいは図95に示す輝度成分 Y 及び色差成分 C_{11} 、 C_{12} を入力して符号化を行う。図96は、図94に示した「 $4:2:2$ 符号化方式」のブロック単位を示す図である。動きベクトル検出部2は、 16×16 画素を1つの単位ブロックとして、動きベクトルを検出する。また、プレーン間の差分をとる減算器3も、 16×16 画素を1ブロックとした減算を行う。これに対して、符号化部4の中で行われる直交変換は、 8×8 画素を1ブロックとして変換が行われる。図97は、図95に示した「 $4:2:0$ 符号化方式」を用いた場合の各ブロックを示す図である。図96と同様に、動きベクトル検出部2及び減算器3においては、 16×16 画素を単位として処理が行われるが、符号化部4内部で直交変換を行う場合には、 8×8 画素を単位として変換が行われる。

【0026】図98は、日本特許特開平2-184188号公報に示された従来の動画の信号処理装置を示す図である。信号入力装置5.1で入力した動画の画像信号を、フレームメモリ5.2、もしくは他のフレームメモリ5.3に蓄積する。それぞれのフレームメモリ5.2、5.

3は、動画の複数のフレームの情報を蓄積する容量と構成を持ち、一方のフレームメモリの内容を符号化処理している期間に、他方のフレームメモリに新たな画像信号を蓄積する交替バッファの動作をする。フレームメモリ5.2、もしくはフレームメモリ5.3の画像信号は、画像ブロック入力装置5.4を用いて時間軸、水平、垂直方向の複数の画素を有する画像ブロックとして取り出し、3次元直交変換装置5.5で、直交関数の係数値に変換する。ここで実行する直交変換は、有限個数の画像信号を対象とした離散的な処理であり、例えば、コサイン変換、フーリエ変換、カルーネンレーブ変換等を用いることができる。直交関数の係数値として周波数成分に変換された信号は、量子化器5.6で周波数毎に重みづけされる。例えば、低周波成分に重みづけをする入出力特性を持つ関数を用いる。このようにして、得られた3次元周波数空間上の信号分布を、あらかじめ用意した信号分布のパターンと比較し、誤差の小さなパターンで置き換え、そのパターンの識別符号を出力するために、ベクトル量子化器5.7を使う。そして、符号化伝送装置5.8を用いて、画像ブロック毎の符号語を順次出力する。なお、画像ブロックの符号には、画像ブロックの時間と空間的な位置を表す符号を含む画像ブロックの同期信号を先頭において、出力する。このために、画像ブロックカウンタ5.9で、符号化出力する画像ブロックの個数を計数し、その値を符号化伝送装置5.8へ伝える。

【0027】以上のように、図98に示す信号処理装置は、水平方向と垂直方向と時間軸方向に画像を有する3次元画像ブロックを処理単位として、符号に変換する3次元画像信号符号化方式を示している。

【0028】図99は、日本特許特開平4-36998号公報に示された従来の符号化装置を示す図である。図99において、6.1はNTSC方式のカラーテレビジョン信号の入力端子であり、NTSCデコーダ6.2は、このカラーテレビジョン信号の輝度成分 Y と色差成分 I 、 Q とを分離する。分離された輝度成分 Y 、色差成分 I 、 Q 信号は、マトリクス回路6.3へ出力され、マトリクス回路6.3は、これらの信号を輝度成分 Y と色差成分 $R-Y$ 、 $B-Y$ に変換し、これらの信号をA/D変換器6.4へ出力する。A/D変換器6.4は、輝度成分 Y 、色差成分 $R-Y$ 、 $B-Y$ をデジタル信号に変換し、これらをサブバンド分割回路6.5へ出力する。サブバンド分割回路6.5は、輝度成分 Y 、色差成分 $R-Y$ 、 $B-Y$ 夫々を周波数に応じて図100と図101に示すHH、HL、LH、LLの4個のサブバンドに帯域分割し、各サブバンド毎にブロック化して、ブロックを3次元直交変換回路6.6へ出力する。3次元直交変換回路6.6は、各ブロックに離散コサイン変換(Discrete Cosine Transform: DCT)を施して変換係数を得、得られた変換係数を符号器6.7へ出力する。符号器6.7は、入力された変換係数を量子化して符号化

し、符号化したデータを出力端子 6・8 を介して出力する。

【0029】図 9 9 に示す符号化装置は、画像信号を広域信号と低域信号に弁別し、弁別した広域信号と低域信号に対してそれぞれ処理を行っているものである。また、3 次元直交変換を行う場合が示されているが、3 次元目（時間軸方向）に対しては、広域信号と低域信号の弁別は行っていない。

【0030】また、3 次元直交変換を用いた符号化装置の一例として、日本特許特開平 2 - 9 2 1 8 0 号公報に示された「動画像信号の 3 次元直交変換符号化方式」がすでに知られている。

【0031】次に、従来の印画方法について説明する。図 1 0 2 は「イメージング」（電子写真学会編昭和 6 3 年 1 月 2 0 日発行 3 1 頁）に示された階調再現のための各種 2 値化手法を示す図である。以下、この中に示された 2 値化手法と図 1 0 2 には図示していない直接濃度法を比較しながら説明する。従来から、インクを噴射させて印字または印画するインクジェット方式プリンタや、2 値インクシートとサーマルヘッドを用いる熱溶解形プリンタのような 2 値プリンタが存在する。これらのプリンタは、インクをインクジェットで吹き付けるか、吹き付けないか、またはインクを溶融付着させるか、させないかといういわゆる 2 値のプリント手段を用いる。したがって、中間色を表現するために種々の工夫を必要とする。そのため従来においては、中間色すなわち階調を表現するためにディザ法 (Dither) や濃度パターン法を使用している。ディザ法は、中間色を必要とする信号部またはプリント部にあえて所定のランダム信号またはランダムプリントパターンを用いる方法である。あるいは中間色を表示するために、濃度パターン法とよばれる方法を使用している。濃度パターン法は、予め定まったブロック内を所定の数（例、 $4 \times 4 = 16$ ）で分割して、プリントされるべく印字ドットの数及其配置を含むいわゆる印画素子 1 ドットの密度分布を単純に変化させる方法である。しかしながらこの従来の方法では階調の再現性の問題、例えば本来存在していない擬似階調が発生するとか、また、解像度においては、当然劣化するとかという課題をかかえている。結果として、従来の中間階調を得る方法には中間階調と階調の再現性、解像度とにおいて、相反する関係がある。

【0032】これを図 1 0 3 と図 1 0 4 を用いて説明する。図 1 0 3 及び図 1 0 4 は、1 つの画素の階調の付け方をモデル的に示したもので、図 1 0 3 は従来の 2 値プリンタによる密度分布の変化、つまり密度変調法を用いた擬似階調での階調表現である。図 1 0 4 は、例えば、昇華性インクシートと、サーマルヘッドを用いた昇華プリンタのような多階調プリントがその昇華性インクと、サーマルヘッドの通電時間制御で可能な、いわゆる多値プリンタでの直接濃度法による階調表現である。この例

では、それぞれ $16 + 1 = 17$ 階調の表現を示しており、階調の再現性は、この階調の深さの程度、解像度は 1 つの画素サイズを形成している複数個の印画素子 1 ドットサイズはもとより、印画ドットから構成されている 1 つの画素サイズの大きさが深く関係している。以下、順に説明する。

【0033】図 1 0 4 の直接濃度法では、1 つの印画ドット自体のインクの濃度を変えることができ、印画ドット自体が階調を直接表現できるので、プリントされる 1 画素の最小の大きさは昇華性インクを昇華させる素子、例えばサーマルヘッドの概略印画素子 1 ドットサイズにほぼ相当する。一方、図 1 0 3 では、複数個（図 1 0 3 では $4 \times 4 = 16$ 個）の印画ドットが集まって 1 画素を構成し、段階的に印画ドット密度を変えることにより、目の積分効果を利用して例えば、17 階調を再現する（ $n \times n + 1 = n^2 + 1$ 、 $n = 4$ の場合、 $16 + 1 = 17$ 、 n は 1 辺のドット数）。1 画素の上の番号 0 から 16 は、階調度を示している。階調に応じて印画ドット密度を順に増加して 1 画素内で配置する方法には、渦巻形、網点形、レイヤー形等、数多く紹介され、また、ドット密度分布が不自然に目につかないよう、誤差拡散による分布の散乱も紹介されている。しかし、しよせん目の積分効果のみを利用している以上、擬似階調の 1 画素を構成している印画ドット密度分布単位は、解像度を確保するためには、ある程度小さくしなければならない。

【0034】従って、図 1 0 3 の 2 値プリンタによる擬似階調法による階調表現で多階調を高い解像度で得ようとする時に、例えば、その 1 画素の大きさが図 1 0 3 で示すように、図 1 0 4 の直接濃度法と同じ大きさの 1 画素であるとする、図 1 0 3 の印画ドットの大きさと、図 1 0 4 の画素の大きさの比較から明らかなように、2 値のプリンタにおいては、高いドット密度を持った印画素子が必要になる。図 1 0 3 の例は、図 1 0 4 に比して縦及び横寸法に関して、4 倍の密度の印画素子が必要である。つまり、面積で比較すると直接濃度法の印画素子の $1/16$ の印画素子を必要とする。逆に同一のドット密度の印画素子を用いれば、図 1 0 3 の 1 画素を構成する大きさは面積にして 16 倍（ $4 \times 4 = 16$ ）となり、解像度が悪くなる結果を与える。例えば、比較的精細な印画として望まれる印画ドット 300 D P I（ドット／インチ）の印画素子で、図 1 0 4 の直接濃度法を用いれば充分な解像度が得られるが、図 1 0 3 の擬似階調にこの印画素子を用いれば、等価的に $1/4$ の 75 D P I 程度の解像度の画像しか得られない。

【0035】言い換えると、印画ドット密度 300 D P I を可能とする印画素子で、図 1 0 4 の多階調が可能なプリンタ、例えば昇華インクジェットとサーマルヘッドを用いた昇華プリンタで得られる同等の画素密度を、図 1 0 3 の 2 値プリンタによる先に述べた擬似階調方法を用いて得るには、1200 D P I 程度の印画素子が必要

になる。これでは余りにも不経済である。以上の例は、白黒の無彩色の印画について述べたが、カラー画像についても全く同様であり、カラープリンタで用いる色材の種類の数だけ、図103、図104に示す1画素の印画パターンが存在する。例えば、イエローY、マゼンダM、シアンC、黒Kの4種類の色材を用いたプリンタでは、それぞれの色材が図103、図104の1画素の印画パターンを構成し、カラー画像を形成する。更にこの場合は、Y、M、C及びKに対して、各々正確に色合わせを可能とする高精度なプリンタメカニズムが必要となる。

【0036】それぞれの色材が再現する階調の程度、言い換えれば再現する色の数、解像度、1画素サイズ、それを構成する印画素子サイズ及び画素密度DPI等の相互の関係は上記の通りである。即ち従来の擬似階調を用いた2値プリンタでは、階調再現性と解像度に相反する関係があるので、両者を両立させるには極めて高密度な印画素子や、そのための制御回路、高精度のプリンタメカニズムが必要となり、非常に不経済で効率が悪く、従って階調性と解像度のいずれか一方を犠牲にするのが一般的であり、2値プリンタによる多階調を必要とする自然画像の印画結果は、多値プリンタによるものと比べて、従来では劣ることになる。

【0037】特に、上記の従来の擬似階調方法において、人間の視覚特性を利用している点は、数ある視覚特性の中で上記で説明したごとく単に目の積分効果のみである。本願はこの点に着目して、公知のことと知られていながら、具体的に印画方法及び印画装置に関して従来はうまく利用されていなかった人間の視覚特性、つまり輝度（明暗）に対しては解像度が高く、色に対しては解像度が低い特性を鑑みて充分に活用するものである。

【0038】図105は、上記図103の擬似階調を行うための従来の印画装置の実施例である。図105において、21はR、G、B画像信号を印刷三原色信号の印画信号であるシアンC、マゼンダM、イエローYに変換する色変換手段、22は該三原色信号のC、M、Yの信号から擬似階調の信号を生成する擬似階調手段、擬似階調手段22の入力信号Y、M、Cに対する各々の出力信号は、プリント手段23の印画素子へ導かれる。カラープリンタ等の印刷では、減法混色法を用いるため三原色としてシアンC、マゼンダM、イエローYの3色が用いられる。4の色変換手段は、オリジナルな入力画像信号であるレッドR、グリーンG、ブルーBから印刷三原色である印画信号シアンC、マゼンダM及びイエローYを得るもので、次のような変換が一般的に行われる。

C=Rの補色

M=Gの補色

Y=Bの補色

つまり、R、G、Bの各々の補色が、各々C、M、Yであることを示している。

【0039】このY、M、C信号は、擬似階調手段22により演算処理が施されて、2値階調信号であるy、m、cを各々得て、それらの2値階調信号は、2値プリンタであるプリント手段23に導かれて、印画画像が印画される。

【0040】この従来の擬似階調の施し方は、予め定まった画素ブロック内を所定の数（例 $4 \times 4 = 16$ ）で分割して、プリントされるべく印画ドットの数及びその配置を含む、いわゆる印画素子1ドットの密度分布を単純に変化させる方法を使用しているので、画像の内容（特に周波数成分）に関係なく一律に行われる。また、輝度に対して解像度が高く、色に対して解像度が低いという人間の視覚特性については全く生かされず、わずかに人間の目の積分効果のみを利用しているだけである。従って、図103のように単純な擬似階調法においては、その画質は、1画素（図103では、 $4 \times 4 = 16$ の印画ドット）中の印画ドットの形（図103では、正四角形）とか、1画素の面積当りの印画ドット数とか、印画ドットの配列の非連続（図102の階調度を示す番号の2とか4における黒いドット部の非連続）等のいわゆる擬似階調を定めるパラメータ（変数）の特質に少なからず依存している。

【0041】例えば、図103に示すような擬似階調法でより多階調化する時には、1画素の面積当りの印画ドットの数、つまり印画ドット密度を増やす必要がある。その様子を、例えば、文献（リアルカラーハテドコロ、一巻安居院猛、中嶋正之、加田露樹共著、産業図書出版、平成5年10月8日初版P103（表紙3～5））に記載してある一部を図106に示す。この図から明らかなように、階調を増加しようとする1画素ドットが小さくなる。また、画像信号の明るい部分に相当する擬似階調の画像は、図106の左側に示す印画ドットの数が少ない1画素（この場合は、4つの印画ドット）の集まりとなるので、結果として1画素当りに小さい印画ドットのまばらな集まりとなり解像度が低下する。つまり、階調性と解像度が両立しない。印画の階調性を深くすると印画の解像度が劣化し、また、解像度が劣化しないように隣接する印画ドットの密度を増加すると逆に印画の階調性が浅くなる。

【0042】本発明が解決しようとする課題】マルチメディアデータを処理するために、効果的な画像圧縮テクニックの要求が増大してきている。JPGやMPEGのような標準化された画像圧縮方式が出現してきている。これらの標準化された画像圧縮方式は、基本技術として離散コサイン変換による変換符号化方式を用いている。

【0043】一方、人間の視覚特性についての研究がなされてきている。特に、空間周波数特性に対する研究が幾つか報告されている。これらの報告によれば、人間の目は小さな領域において、色を十分に区別できないとい

うことがわかっている。従って、高周波の色差成分は、人間の目に対して冗長的なものである。即ち、高周波の色差成分は、オリジナルなイメージ信号から除去しても構わない信号である。カラーテレビ放送においては、この特性を利用して標準化がなされている。即ち、カラーテレビの標準フォーマットにおいては、輝度と色差に対して異なるバンド幅を割り当てている。例えば、NTSC方式においては、輝度成分に対しては4.2メガヘルツを割り当て、色差成分R、Qには1.5メガヘルツと0.5メガヘルツを割り当てている。

【0044】一方、LSIの技術が進歩してきており、離散コサイン変換を用いた動画の符号化に役だっている。しかしながら、リアルタイムに符号化するためのコストは、現在でも非常に高い。また、将来的にも符号化するデータ量の増加が見込まれており、リアルタイムの符号化には更にコストを必要とする。動画の符号化を効率的に行うためには、離散コサイン変換の計算負荷を減少させる必要がある。

【0045】この発明は、以上のような問題点を解決するためになされたものである。特に、この発明は人間の視覚特性を利用することにより、効果的な符号化を行おうとするものである。また、この発明は、離散コサイン変換のためのブロックのサイズを減少させることにより、効果的な変換符号化を行おうとするものである。また、この発明は、2次元空間を持つ静止画に対して用いられる符号化方式を時間軸を持つ3次元の動画の符号化方式に拡張するものである。2次元方式において、離散コサイン変換のブロックサイズを減少させ、3次元方向においてもそのサイズを減少させ、動画を扱う場合に、更に効果的な離散コサイン変換を行おうとするものである。

【0046】次に、従来の画像出力装置の課題について以下に記述する。前述のように、インク滴を受像紙に飛翔させて印字又は印画するインクジェット方式プリンタや、2値インクシートとサーマルヘッドを用いる熱溶融形プリンタのような2値プリンタにおいては、種々の課題をかかえているが整理すると次のようになる。

【0047】第1の課題として、従来の擬似階調法を用いて解像度を確保するためには、一画素を構成している各印画ドット密度分布単位やある程度小さくすることが望まれる。しかし、解像度を確保することに注力して画素の印画ドットの密度を小さくしたり又は1画素サイズを小さくすると、印画ドットのサイズは通常は固定であるので、1画素内の印画ドットの密度分布の変化幅が少なくなるか又は逆に印画ドットの数を少なくさせざるをえないこととなり、結果として階調性が浅くなる。

【0048】第2の課題として、先に述べた直接濃度法（つまり、1画素の面積を一定にして画素内のインクの溶融量又はインクの盛り量を変える方法、昇華性インクとサーマルヘッドを用いた方法が代表例）と同じ大きさ

の1画素を用いて、その直接濃度法と同じ程度の多階調を擬似階調法で獲得しようとする、その擬似階調法に必要とする1画素を構成する印画ドットの面積は、直接濃度法に比較してかなり小さい面積（例えば、 $1/16$ ）を必要とする。更に、例えば、2値プリンタを用いて従来のNTSC方式映像信号の約5倍の情報量を有するハイビジョン映像信号を、従来のNTSC方式と同程度の階調でプリントすることを想定すると、NTSC方式の映像信号に用いられる直接濃度法の印画ドットの面積の約 $1/80$ になる可能性がある。

【0049】しかも仮に階調性が得られたとしても、解像度がハイビジョン用としては劣り、結果として2値プリンタによるハイビジョン映像信号の印画は、非常に困難である。むしろほとんど実現不可能に近い。

【0050】第3の課題として、濃度変調を基本とする直接濃度法と同じ階調を有しかつ、多少の解像度は仮に容認した場合でも、従来の擬似階調法を用いる限り、印画ドットの面積は、直接濃度法の印画ドットの面積に比較して小さくせざるをえない（例えば、 $1/16$ ）。また、直接濃度法に用いるプリンタメカニズムの精度に比較して、例えば縦寸法、横寸法ともに4倍の精度のプリンタメカニズムがこの擬似階調法のプリンタメカニズムに必要とする。つまり、もしこの精度アップが達成されないと、カラープリンタ装置において、結果として「色ずれ」が発生することになる。

【0051】第4の課題として、前記第1から第3の現実的な課題から、結果として2値プリンタによる自然画像（例えば、人間の顔の頬の滑らかな部分とか木々緑の葉）の印画では解像度かもしくは階調性のいずれかを犠牲にして設計せざるをえないのが通常で、印画品質の劣るプリント画像しか得られないという課題はもとより、擬似輪郭という課題もある。つまり、従来の予め定めた所定のブロックの1画素を印画ドットサイズを単位として、所定の数だけ一律に分割するこの種の2値プリンタでは、画像信号をデジタル信号領域で処理する際に、その量子化誤差による影響がこのブロック化の非連続性の影響とも重なり合い、例えば、人間の頬に擬似輪郭が現れ易い。これを根本的に解決するには、先に述べた解像度と階調性の相反する関係、印画ドットのサイズ及びプリンタメカニズム精度に係わる検討とともに、目の積分効果という数ある特性の内の1つだけの人間の知覚特性のみならず、他の特性をも活用しつつ、映像信号の高い部分、低い部分に着目した適応的な画素サイズ、もしくは印画ドットサイズの検討が具体的に望まれていた。

【0052】この発明は、上記のような複数の課題点を解消するためになされたもので、インクジェット方式のような2値プリンタを用いても、階調を持った自然画像の印画において、特に解像度と階調の再現性（色彩の再現性）との両立とともに、すぐれた印画結果を得ること

を目的としており、この目的のための画像出力装置を提供することを目的とするものである。

【0053】

【課題を解決するための手段】この発明に係る画像符号化装置は、以下の要素を有する。

(a) 複数のエレメントから構成される画像を入力する入力部、(b) 上記エレメントを処理単位とするエレメント毎の輝度成分データを抽出するとともに、所定数の隣接するエレメントからブロックを構成し、上記ブロックを処理単位とするブロック毎の輝度成分データと色差成分データを抽出する変換部、(c) 上記変換部により抽出されたエレメント毎の輝度成分データとブロック毎の輝度成分データと色差成分データを入力し、符号化して出力する符号化部、(d) 上記符号化部により出力された符号データを量子化する量子化部、(e) 上記量子化部により量子化されたデータを出力する出力部。

【0054】この発明に係る画像符号化装置は、上記入力部が、各エレメントに対して赤、緑、青の色成分を入力し、上記変換部は、上記赤、緑、青の色成分をブロック毎にまとめてブロック毎の色空間変換を行い、ブロック毎の輝度成分と色差成分を求めるブロック成分変換部と、上記赤、緑、青の色成分を用いてエレメント毎の色空間変換を行い、エレメント毎の輝度成分を求めるエレメント成分変換部を備えたことを特徴とする。

【0055】この発明に係る画像符号化装置は、上記ブロック成分変換部が、各ブロック毎に赤、緑、青の各色成分の基底周波数を求め、各成分の基底周波数をブロック毎の直流成分とする直流成分抽出部を備えたことを特徴とする。

【0056】この発明に係る画像符号化装置は、上記エレメント成分変換部が、エレメント毎に各エレメントの各色成分の値と、そのエレメントが属するブロックに対して上記直流成分抽出部により抽出されたブロック毎の各直流成分の値との差を求め、求めた差をエレメント毎の交流成分とする交流成分抽出部を備えたことを特徴とする。

【0057】この発明に係る画像符号化装置は、上記符号化部が、上記直流成分抽出部から出力されたブロック毎の輝度成分と色差成分を複数ブロックまとめて変換符号化するとともに、上記交流成分抽出部から出力されたエレメント毎の輝度成分を複数エレメントまとめて変換符号化することを特徴とする。

【0058】この発明に係る画像符号化装置は、上記エレメントが、画像を構成する画素であることを特徴とする。

【0059】この発明に係る画像符号化装置は、上記画像が、静止画であり、上記ブロックは、2次元ブロックであることを特徴とする。

【0060】この発明に係る画像符号化装置は、上記画像が、上記静止画を時間軸に連続させた動画であり、上

記ブロックは、時間軸を持つ3次元ブロックであることを特徴とする。

【0061】この発明に係る画像符号化装置は、上記ブロックが、 $2^a \times 2^b \times 2^c$ (a と b と c は0以上の整数)の画素から構成されたことを特徴とする。

【0062】この発明に係る画像符号化装置は、上記ブロックが、 $4 \times 4 \times 2^c$ (c は0とこのいずれかの値)の画素から構成されたことを特徴とする。

【0063】この発明に係る画像符号化装置は、上記符号化部が、直交変換を用いていることを特徴とする。

【0064】この発明に係る画像符号化装置は、上記符号化部が、離散コサイン変換を用いていることを特徴とする。

【0065】この発明に係る画像符号化装置は、上記符号化部が、 $2^a \times 2^b \times 2^c$ (c と d と f は0以上の整数)のブロックをまとめて変換符号化することを特徴とする。

【0066】この発明に係る画像符号化装置は、上記符号化部が、 $4 \times 4 \times 2^c$ (c は0とこのいずれかの値)のブロックを変換符号化することを特徴とする。

【0067】この発明に係る画像符号化装置は、上記量子化部が、人間の視覚特性に基づいて求めた量子化テーブルを備えたことを特徴とする。

【0068】この発明に係る画像符号化装置は、上記量子化部が、量子化するデータの値を減衰させる減衰テーブルを備えたことを特徴とする。

【0069】この発明に係る画像復号化装置は、以下の要素を有する。

(a) 複数のエレメントから構成される画像のエレメント毎に抽出したエレメント毎の輝度成分データと、所定数の複数のエレメントからなるブロック毎に抽出したブロック毎の輝度成分データと色差成分データを入力する入力部、(b) 上記入力部により入力されたエレメント毎の輝度成分データと、上記ブロック毎の輝度成分データと色差成分データを用いて、エレメント毎の色空間変換を行い、エレメント毎の赤、緑、青の色成分を出力する逆変換部。

【0070】この発明に係る画像符号化装置は、上記逆変換部が、上記エレメント毎の輝度成分データにブロック毎の輝度成分データを加算して新たなエレメント毎の輝度成分データとする輝度成分の加算部を備えたことを特徴とする。

【0071】この発明に係る画像符号化装置は、上記逆変換部が、上記ブロック毎の輝度成分データと色成分データをそのブロックに含まれる各エレメント毎の輝度成分データと色差成分データに割り当てる割り当て部を備えたことを特徴とする。

【0072】この発明に係る画像処理装置は、画像を輝度成分と色差成分を用いた色空間により表現する画像処理装置において、画像を、第1の解像度による第1の輝

度成分データと、第 1 の解像度よりも低い解像度を持つ第 2 の解像度による第 2 の輝度成分データと、第 2 の解像度による色差成分データにより表現することを特徴とする。

【0073】この発明に係る画像処理装置は、上記画像が、2次元配列された画素により構成された静止画像であり、第 1 の解像度は画素数により決定され、第 2 の解像度は少なくとも上記 2 次元のいずれかの次元において、第 1 の解像度の $1/3 \sim 1/5$ 倍であることを特徴とする。

【0074】この発明に係る画像処理装置は、上記第 2 の解像度が、第 1 の解像度の $1/4$ 倍であることを特徴とする。

【0075】この発明に係る画像処理装置は、上記画像が、時間軸を 3 次元目とする動画像であり、3 次元目においても上記第 2 解像度は第 1 の解像度の $1/3 \sim 1/5$ 倍であることを特徴とする。

【0076】この発明に係る画像処理装置は、上記画像処理装置が、画像を入力する画像入力装置、画像を表示する画像表示装置、画像を蓄積する画像蓄積装置、画像を印刷する画像印刷装置、画像を伝送する画像伝送装置、画像を出力する画像出力装置、画像を符号化する画像符号化装置、画像を復号化する画像復号化装置のいずれかであることを特徴とする。

【0077】この発明に係る画像符号化方法は、以下の工程を有する。

(a) 第 1 の解像度を持ち、RGB 色空間で表された色成分を入力する入力工程、(b) 上記 RGB 色空間で表された色成分を上記第 1 の解像度を持った YUV 色空間の輝度成分に変換する第 1 の変換工程、(c) 上記 RGB 色空間で表された色成分を上記第 1 の解像度よりも低い解像度を持った第 2 の解像度で、YUV 色空間の輝度成分と色差成分に変換する第 2 の変換工程、(d) 上記第 1 の解像度を持った輝度成分と第 2 の解像度を持った輝度成分と、色差成分を出力する出力工程。

【0078】この発明に係る画像符号化方法は、上記第 2 の変換工程が、更に、上記 RGB 色空間で表された色成分から第 2 の解像度の RGB 色空間の色成分を算出する工程と、第 2 の解像度の RGB 色空間の色成分を YUV 色空間の輝度成分と色差成分に変換する工程とを備え、上記第 1 の変換工程は、第 1 の解像度を持つ RGB 色空間で表された色成分と第 2 の解像度の RGB 色空間の色成分との差を算出する工程と、算出した差を YUV 色空間の輝度成分に変換する工程とを備えたことを特徴とする。

【0079】この発明に係る画像符号化方法は、上記画像符号化方法が、更に、出力工程により出力された第 1 の輝度成分を $n \times m$ (n, m は正の整数) を単位として変換符号化する工程と、出力工程により出力された第 2 の輝度成分と色差成分を $n \times M \times m$ (N, M は正の整

数) を単位として変換符号化する工程を備えたことを特徴とする。

【0080】この発明に係る画像符号化方法は、上記画像符号化方法が、更に、変換符号化された符号を人間の視覚特性に基づいて求めた量子化テーブルを用いて量子化する工程を備えたことを特徴とする。

【0081】この発明に係る画像符号化方法は、上記画像符号化方法が、更に、変換符号化された符号を減衰させる工程を備えたことを特徴とする。

【0082】この発明に係る画像復号化方法は、以下の工程を有する。

(a) YUV 色空間で表された第 1 の解像度を持った第 1 の輝度成分と、第 1 の解像度よりも低い第 2 の解像度を持った第 2 の輝度成分と、第 2 の解像度を持った色差成分を入力する入力工程、(b) 上記第 1 の解像度を持った第 1 の輝度成分と、第 2 の解像度を持った第 2 の輝度成分と色差成分を第 1 の解像度を持った RGB 色空間の色差成分に逆変換する逆変換工程。

【0083】この発明に係る画像復号化方法は、上記逆変換工程が、第 1 の解像度を持った第 1 の輝度成分と第 2 の解像度を持った第 2 の輝度成分を加算して新たな第 1 の解像度を持った輝度成分を生成する工程を備えたことを特徴とする。

【0084】この発明の画像符号化装置は、以下の要素を有する。

(a) 複数のエレメントから構成される画像を入力する入力部、(b) 上記エレメントを処理単位とするエレメント毎の輝度成分データを抽出するとともに、所定数の隣接するエレメントからブロックを構成し、上記ブロックを処理単位とするブロック毎の色成分を抽出する変換部、(c) 上記変換部により抽出されたエレメント毎の輝度成分データとブロック毎の色成分データを入力し、符号化して出力する符号化部、(d) 上記符号化部により出力された符号データを量子化する量子化部、(e) 上記量子化部により量子化されたデータを出力する出力部。

【0085】上記入力部は、各エレメントに対して赤、緑、青の色成分を入力し、上記変換部は、上記赤、緑、青の色成分をブロック毎にまとめてブロック毎の色成分を求めるブロック成分変換部と、上記赤、緑、青の色成分を用いてエレメント毎の色空間変換を行い、エレメント毎の輝度成分を求めるエレメント成分変換部を備えたことを特徴とする。

【0086】上記ブロック成分変換部は、各ブロック毎に、赤、緑、青の各成分の基底周波数を求め、各成分の基底周波数をブロック毎の直流成分とする直流成分抽出部を備えたことを特徴とする。

【0087】上記エレメント成分変換部は、エレメント毎に、各エレメントの各色成分の値と、そのエレメントが属するブロックに対して上記直流成分抽出部により抽

出されたブロック毎の各直流成分の値との差を求め、求めた差をエレメント毎の交流成分とする交流成分抽出部を備えたことと特徴とする。

【0088】上記符号化部は、上記直流成分抽出部から出力されたブロック毎の色成分を複数ブロックまとめて変換符号化するとともに、上記交流成分抽出部から出力されたエレメント毎の輝度成分を複数エレメントまとめて変換符号化することを特徴とする。

【0089】この発明の画像出力装置は、以下の要素を有する。

(a) 複数のエレメントから構成される画像の画像信号を入力し、輝度成分データと色成分データを供給する入力部、(b) 上記輝度成分データに対して所定のエレメント数からなる第1の階調領域を用いて階調を表す第1の階調部、(c) 上記色成分データに対して上記第1の階調領域より多くのエレメント数からなる第2の階調領域を用いて階調を表す第2の階調部、(d) 上記第1と第2の階調手段により表された階調を用いて画像を出力する出力部。

【0090】上記輝度成分データは、エレメント毎の輝度成分であり、上記色成分データは、複数エレメントから構成されたブロック毎の赤、緑、青の色成分であることを特徴とする。

【0091】上記入力部は、ブロック毎の輝度成分と色差成分を入力し、ブロック毎の輝度成分と色差成分をブロック毎の赤、緑、青の色成分に変換する色空間変換部を備えていることを特徴とする。

【0092】上記画像信号は、符号化されたデータであり、上記入力部は符号化された画像信号を復号化する復号化部を備えたことを特徴とする。

【0093】上記第1の階調部は、輝度成分データに対して1画素を第1の階調領域として割り当てることを特徴とする。

【0094】上記第1の階調部は、輝度成分データに対して 2×2 画素を第1の階調領域として割り当てることを特徴とする。

【0095】上記第2の階調部は、色成分データに対して 4×4 画素を第2の階調領域として割り当てることを特徴とする。

【0096】上記第1と第2の階調部は、階調を再現するための2値化手法を用いて階調を表していることを特徴とする。

【0097】上記2値化手法は、濃度パターン法又はディザ法であることを特徴とする。

【0098】上記2値化手法は、誤差拡散法であることを特徴とする。

【0099】

【作用】この発明における画像符号化装置は、エレメント毎の輝度成分データとブロック毎の輝度成分データと色差成分データを抽出することにより、人間の視覚特性

に基づいた効率よい符号化を行う。

【0100】また、この発明における画像符号化装置は、ブロック成分変換部がブロック毎の輝度成分と色差成分を求めるのに対し、エレメント成分変換部は、エレメント毎に輝度成分を求める。エレメント成分変換部は、エレメント毎の色差成分を出力しない。

【0101】ブロック成分変換部は、ブロック内の各成分の基底周波数を求め、直流成分を抽出することにより、情報量を圧縮している。

【0102】エレメント成分変換部は、各エレメントの値から直流成分を差し引くことにより交流成分を抽出し、交流成分の情報量を圧縮する。

【0103】また、符号化部が複数ブロックをまとめて変換符号化することにより、更に、ブロック毎の輝度成分と色差成分を効率よく処理することができる。

【0104】上記エレメントは、画像を構成する画素であり、画素単位及び複数の画素からなるブロック単位の処理が行える。

【0105】この発明における符号化装置は、静止画像を扱うことができ、静止画像を扱う場合には、上記ブロックは2次元ブロックとなる。

【0106】また、この発明における画像符号化装置は、動画を扱うことができ、動画を扱う場合には、ブロックは3次元ブロックとなる。

【0107】上記ブロックは、計算機で処理されることから、各次元とも2のべき乗であることが望ましい。

【0108】特に、ブロックのサイズは、人間の視覚特性に基づき、 4×4 の画素であることが望ましい。

【0109】上記画像符号化装置は、直交変換を行うことにより、画像データの冗長性を排除する。

【0110】また、上記直交変換としては、離散コサイン変換を用いる。

【0111】更に、離散コサイン変換を行う場合には、2のべき乗を単位としたブロックで変換符号化する。

【0112】特に、 4×4 という小さいブロックを用いて変換符号化することが望ましい。

【0113】また、この発明における画像符号化装置は、人間の視覚特性に基づく量子化テーブルにより量子化を行う。

【0114】更に、量子化する際に、量子化レベルを調整することによりブロック間の歪みを最小限に押さえる。

【0115】この発明における画像復号化装置は、逆変換部がエレメント毎の輝度成分データとブロック毎の輝度成分データと色差成分データを用いて、エレメント毎の色成分を復号して出力する。

【0116】加算部は、エレメント毎の輝度成分データとブロック毎の輝度成分データとを入力し、エレメント毎の輝度成分データとブロック毎の輝度成分データを加算してエレメント毎の輝度成分データを求める。

【0117】また、割り当て部は、ブロック毎の輝度成分データと色差成分データを各エレメント毎の輝度成分データと色差成分データに割り当てる。

【0118】この発明における画像処理装置は、高解像度の輝度成分データと低解像度の輝度成分データと色差成分データを有していることにより、人間の視覚特性に基づく最小限のデータ量で画像を保持する。

【0119】上記高解像度と低解像度の差は、3倍～5倍程度であり、人間の視覚特性に基づくものである。

【0120】人間の視覚特性及びデータの処理効率から考えて、高解像度と低解像度との差は、4倍であることが望ましい。

【0121】扱う画像が3次元の動画画像である場合でも人間の視覚特性は、時間軸方向にも空間軸方向と同様な特性を示すため、3次元軸においても解像度の差は、3倍～5倍であることが望ましい。

【0122】前述したようなデータの形式で画像を扱う処理装置として、入力装置、表示装置、蓄積装置、印刷装置、伝送装置、出力装置、符号化装置、復号化装置等の各種画像処理装置があげられる。

【0123】この発明における画像符号化方法は、第1の変換工程において、高解像度の輝度成分を抽出する。また、第2の変換工程において、低解像度の輝度成分と色差成分を抽出する。高解像度の色差成分を無視することにより、情報量の圧縮が行える。

【0124】第2の変換工程において、低解像度の輝度成分と色差成分を算出し、低解像度の色空間変換を行うことにより、算出負荷を減少させている。また、第1の変換工程は、高解像度の色成分から低解像度の色成分を差し引くことにより、情報量を減少させるとともに、輝度成分のみの算出を行うことにより、更に算出負荷を減少させている。

【0125】また、変換符号化を行う場合に、低解像度のデータを更に複数ブロックまとめて変換を行うことにより、効率よい変換を行う。

【0126】また、量子化を行う場合には、人間の視覚特性に基づいた量子化テーブルを用いることにより、適切な量子化を行える。

【0127】更に、変換符号化された符号を減衰させることにより、ブロック間に生ずる歪みを減少させる。

【0128】この発明における画像復号化装置は、高解像度の輝度成分と低解像度の輝度成分と色差成分を入力し、逆変換を行うことにより画像データを復元する。

【0129】高解像度の輝度成分は、入力した高解像度の輝度成分と低解像度の輝度成分を加算することにより、新たな高解像度の輝度成分を算出する。

【0130】この発明における画像符号化装置は、エレメント毎の輝度成分データとブロック毎の色成分データを抽出することにより、人間の視覚特性に基づいた効率よい符号化を行う。

【0131】また、この発明における画像符号化装置は、ブロック成分変換部がブロック毎の色成分を求めるのに対し、エレメント成分変換部は、エレメント毎に輝度成分を求める。エレメント成分変換部は、エレメント毎の色成分を出力しない。

【0132】ブロック成分変換部は、ブロック内の各エレメントの各成分の基底周波数を求め、直流成分を抽出することにより、情報量を圧縮する。

【0133】エレメント成分変換部は、各エレメントの値から直流成分を差し引くことにより交流成分を抽出し、交流成分の情報量を圧縮している。

【0134】また、符号化部が複数ブロックをまとめて変換符号化することにより、更に、ブロック毎の輝度成分と色成分を効率よく処理することができる。

【0135】この発明の画像出力装置は、エレメント毎の輝度成分データに対して狭い面積の第1の階調領域を用いて階調を表し、ブロック毎の色成分に対して広い面積を持つ第2の階調領域を割り当てて階調を表す。従って、輝度成分に対しては少ない階調であるが、高解像度の画像を提供し、色成分のデータに対しては高い階調のレベルを提供するが、低解像度の画像を提供する。このように、輝度成分と色成分をそれぞれ階調のレベルと解像度を分けているのは、人間の視覚特性に基づくものである。即ち、人間の視覚特性は、色の空間周波数よりも輝度の空間周波数に対する認識が高く、輝度の滑らかな変化よりも色の滑らかな変化に対して敏感であるという特性に基づくものである。

【0136】上記色成分データは、ブロック毎の赤、緑、青の色成分であり、画像出力装置はこれらの三原色に対して、より広い面積を用いた階調を行う。

【0137】この画像出力装置がブロック毎の輝度成分と色差成分を入力する場合は、色空間変換部によりブロック毎の赤、緑、青の色成分に変換してから用いることができる。

【0138】また、この画像出力装置は、符号化されたデータを入力する場合に、復号化する機能を備えており復号化したデータにもとづいて画像を出力する。

【0139】また、第1の階調部は、第1の階調領域として1画素を割り当て、最も解像度の高い画像を生成する。

【0140】また、第1の階調部は、第1の階調領域として2×2画素を割り当て、できるだけ高い解像度を保ちながら中間調を表示する。

【0141】また、第2の階調部は、第2の階調領域として、前述したような輝度データよりも広い面積である。例えば、4×4画素からなる第2の階調領域を割り当て解像度よりも、中間調を重視した画像を出力する。

【0142】上記第1と第2の階調部は、2値化手法を用いて階調を表す。従って、画像を出力する装置がインクジェットプリンタ等の2値の記録を用いる装置の場合

に、中間調を持った画像を出力することができる。

【0143】上記2値化手法の中でもディザ法を用いる場合は、輝度成分データに対して小さいマトリクスを割り当て、色成分データに対して大きいマトリクスを割り当てることにより、前述したような輝度成分と色成分の解像度と中間調のレベルに違いを出すことができる。

【0144】上記2値化手法として誤差拡散法を用いる場合でも、輝度成分と色成分の誤差をそれぞれ拡散する相手先の画素数を変化させることにより、輝度成分と色成分の解像度と階調レベルを変えることができる。

【0145】

【実施例】

実施例1 図1は、この発明の画像符号化装置及び画像復号化装置のブロック図である。図1の上部が画像符号化装置を示すブロック図である。また、図1の下部が画像復号化装置を示すブロック図である。画像符号化装置は、変換部100、符号化部200、量子化部300、エントロピー符号化部400を有している。一方、画像復号化装置は、エントロピー復号化部500、逆量子化部600、復号化部700、逆変換部800を有している。この発明における画像符号化装置は、特にエントロピー符号化部400に関するものではない。また、この発明に係る画像復号化装置は、エントロピー復号化部500に関するものではない。今回の発明は、画像符号化装置においては、変換部100、符号化部200、量子化部300に関するものである。また、画像復号化装置においては、逆量子化部600、復号化部700、逆変換部800に関するものである。なお、この実施例で述べる信号やデータや符号は、入出力される場合及び処理される場合において、デジタル化されているものとする。

【0146】この発明は、符号化部200及び復号化部700において用いられる直交変換のための計算時間を、できるだけ少なくするために考えられたものである。符号化部200、復号化部700で実行される直交変換の計算量は、計算に用いられるブロックサイズに依存している。一般的に、従来は、 8×8 画素を1ブロックとして直交変換を行っている。この発明は、1ブロックのサイズを例えば、 4×4 画素に減少させることにより、直交変換の計算量を大幅に削減するものである。

【0147】また、本発明は人間の視覚特性に基づいて、色成分と輝度成分を適切な比率で分離し、色成分と輝度成分それぞれに対して適切な圧縮を行うものである。

【0148】変換部100は、RGB信号を入力する。変換部100は入力したRGB信号から画素毎の輝度成分データを出力する。また、RGB信号からブロック毎の輝度成分データと、色差成分データを出力する。符号化部200は、変換部100から出力された画素毎の輝度成分データと、ブロック毎の輝度成分データと、ブ

ック毎の色差成分データを入力する。符号化部200は、画素毎の輝度成分データを 4×4 画素を1つの単位として、離散コサイン変換を行う。また、符号化部200は、ブロック毎の輝度成分データを 4×4 ブロックを1つの単位として、離散コサイン変換を行う。同様に、ブロック毎の色差成分データを 4×4 ブロックを1つのブロックとして、離散コサイン変換を行う。符号化部200は、このようにして符号化したデータを量子化部300に出力する。量子化部300は、人間の視覚特性に基づいて求めた量子化テーブルをあらかじめ備えている。量子化部300は、この量子化テーブルを用いて符号化部200から入力したデータを量子化する。量子化データは、エントロピー符号化部400に出力される。

【0149】逆量子化部600は、エントロピー復号化部500から符号化されたデータを入力する。逆量子化部600は、量子化部300が記憶している量子化テーブルと同じ量子化テーブルを記憶している。逆量子化部600は、その量子化テーブルを用いて、エントロピー復号化部500から入力したデータを逆量子化する。復号化部700は、符号化部200が符号化のために用いたブロック単位を用いて、入力したデータを復号化する。即ち、復号化部700は、画素毎の輝度成分データに関しては、 4×4 画素を1つの単位として逆離散コサイン変換を行う。また、ブロック毎の輝度成分データとブロック毎の色差成分データを 4×4 画素を単位として、逆離散コサイン変換を行う。逆変換部800は、画素毎の輝度成分データと、ブロック毎の輝度成分データと、ブロック毎の色差成分データを入力する。逆変換部800は、入力したデータに対して色空間の変換を行う。RGB信号を出力する。

【0150】図2は、RGB信号の画像の構成を示す図である。画像は、赤を示すRプレーンと緑を示すGプレーンと青を示すBプレーンから構成されている。各プレーンは、 $r \times s$ のエレメントから構成されている。このエレメントを以下画素と呼ぶことにする。図2に示す例においては、 240 画素 $\times 320$ 画素により、1つの画素を構成している場合を示している。ここで、各プレーンの1つの画素を示す場合に、 x と y という変数を用いて示すことにする。例えば、 $R(x, y)$ は、Rプレーンの x 行 y 列目の画素を示すものとする。但し、 x は0から $r-1$ の値をとり、 y は0から $s-1$ の値をとるものとする。

【0151】次に、この実施例のブロックについて説明する。ここでは、 $n \times m$ 画素を1つのブロックとする。そして、ブロックの位置を示すために、 u と v という変数を用いる。 $R(u, v)$ は、Rプレーンの第 u 行第 v 列目のブロックを示すものとする。但し、 u は0から $(r/n)-1$ の値を取り、 v は0から $(s/m)-1$ の値を取るものとする。図2に示す例においては、 $r/n \times s/m = 60 \times 80$ のブロックが存在している場合

を示している。

【0152】図3は、変換部100の内部ブロック図である。変換部100は、RGBの色成分を用いて、エレメント毎（画素毎）の色空間変換を行うエレメント成分変換部110を備えている。また、変換部100は、RGB色成分をブロック毎に色空間変換を行うブロック成分変換部120を備えている。変換部100は、図2に示したようなRGB信号を入力する。変換部100は、入力したRGB信号の色空間変換を行う。その結果、変換部100は、2つの輝度成分 Y_r 、 Y_b と、2つの色

【0153】図4は、変換部100の出力を示す図である。輝度成分 Y_r は、 $r \times s$ 画素から構成されている。輝度成分 Y_b は、 $r/n \times s/m$ 画素から構成されている。色差成分 U と色差成分 V も、それぞれ $r/n \times s/m$ 画素から構成されている。実際には、 $r/n \times s/m$ ブロックから構成されているというのが正しい表現であるが、実質的には、 $n \times m$ 画素のデータが1画素分データになっており、各ブロックを代表する1つの値を算出して出力するため、ここでは $r/n \times s/m$ 画素という

【0154】エレメント成分変換部110は、各画素毎

$$R_L(u,v) = \frac{1}{mu} \sum_{j=0}^{m-1} \sum_{i=0}^{n-1} R(nu+i, mv+j) \quad (1a)$$

$$G_L(u,v) = \frac{1}{mu} \sum_{j=0}^{m-1} \sum_{i=0}^{n-1} G(nu+i, mv+j) \quad (1b)$$

$$B_L(u,v) = \frac{1}{mu} \sum_{j=0}^{m-1} \sum_{i=0}^{n-1} B(nu+i, mv+j) \quad (1c)$$

$$(0 \leq u < \frac{c}{n}, 0 \leq v < \frac{I}{m})$$

【0157】上記計算式(1a)は、Rプレーンの各ブロック内に存在する画素の値の平均値を計算するものである。同様に、計算式(1b)と(1c)は、それぞれGプレーンとBプレーンの各ブロックの画素の値の平均値を計算するものである。この平均値を直流成分 R_L 、

$$R_L(nu+i, mv+j) = R(nu+i, mv+j) - R_L(u, v) \quad (1d)$$

$$G_L(nu+i, mv+j) = G(nu+i, mv+j) - G_L(u, v) \quad (1e)$$

$$B_L(nu+i, mv+j) = B(nu+i, mv+j) - B_L(u, v) \quad (1f)$$

($0 \leq i < n$, $0 \leq j < m$, $0 \leq u < r/n$, $0 \leq v < s/m$)

【0159】上記計算式(1d)は、Rプレーンの各画素の値からその画素が属しているブロックの直流成分の値を差し引いて、交流成分を求めているものである。

【0160】図5、図6、図7は、前述した直流成分抽

に処理を行うものである。一方、ブロック成分変換部120は、ブロック毎に処理を行うものである。ブロック成分変換部120には、ブロックに含まれる画素のRGB色成分の各成分の平均値を求め、求めた平均値を各ブロックの直流成分とする直流成分抽出部が存在する。また、ブロック成分変換部120は、直流成分抽出部122が抽出した直流成分を用いて、色空間変換を行う色空間変換部124が存在している。色空間変換部124は、ブロック毎の輝度成分 Y_r とブロック毎の色差成分 U 、 V を出力する。エレメント成分変換部110は、画素単位に成分を抽出する交流成分抽出部112と、画素単位に色空間変換を行う色空間変換部114を有している。交流成分抽出部112は、画素毎に各画素のRGB色成分の値と、その画素が属するブロックの直流成分との差を求めた差分を交流成分として出力する。色空間変換部114は、交流成分抽出部112から出力された交流成分を色空間変換する。このようにして、各画素毎の輝度成分 Y_r を出力する。

【0155】直流成分抽出部122は、以下の計算式により直流成分を抽出する。

【0156】

【数1】

図 5 に示すような値が入力された場合、式 (1 a) は以下のようにになる。

$$\begin{aligned} R_1(u, v) &= (5 + 4 + 90 + 115 + 11 + 30 + 200 + 120 + 2 \\ &\quad + 3 + 35 + 210 + 30 + 11 + 25 + 30 + 70) / 16 \\ &= 1009 / 16 \\ &= 63.0625 \\ &\approx 63 \end{aligned}$$

【0161】このようにして、ブロック $R(u, v)$ の平均値が 63 として求まる。図 6 は、ブロック $R(u, v)$ の直流成分の値が 63 であることを示している。図 7 は、図 5 に示す 16 の画素の各値と図 6 に示す直流成分の値の差を示すものである。即ち、式 (1 d) を計算した結果が、図 7 に示されている。

【0162】このように、図 5、図 6、図 7 に示すような計算が R プレーンの全てのブロックに対して行われる。また、同様な計算が G プレーン及び B プレーンについても行われる。

【0163】上記説明においては、各ブロックの画素の値の平均値を直流成分としていたが、各ブロックの画素の値の平均値は、変換符号化を行った場合の基底周波数の一例として示したものである。離散コサイン変換の基底周波数は、対象とする画素の値の平均値となる。即ち、前述した各ブロックの画素の値の平均値を計算しているということは、離散コサイン変換の基底周波数を求めていることに等しい。

【0164】直流成分を抽出する場合は、離散コサイン

$$\begin{aligned} Y_1(u, v) &= 0.299 R_1(u, v) + 0.587 G_1(u, v) + 0.114 B_1(u, v) \\ U(u, v) &= R_1(u, v) - Y_1(u, v) \\ V(u, v) &= G_1(u, v) - Y_1(u, v) \end{aligned} \quad (1g)$$

$$(0 \leq u < r/n, 0 \leq v < s/m)$$

【0167】上記式 (1g) は、図 8 に示すように、RGB 成分のブロック毎の直流成分を用いて色空間変換を行い、輝度成分 Y_1 を求めている。また、上記式 (1h) は、図 9 に示すように、R プレーンのブロック毎の直流成分 R_1 から対応するブロックの輝度成分 Y_1 を減算することにより、差成分 U を求めている。また、式 (1i) は、図 10 に示すように、G プレーンのブロック毎の直流成分 G_1 から対応するブロックの輝度成分 Y_1 を減算することにより、色差成分 V を求めている。図 11 は、このようにして求められた各ブロック毎の輝度

$$Y_1(x, y) = 0.299 R_1(x, y) + 0.587 G_1(x, y) + 0.114 B_1(x, y)$$

$$(0 \leq x < r, 0 \leq y < s)$$

【0169】上記式 (1j) は、図 12 に示すように、各画素毎の値を用いて色空間変換を行い、各画素毎の輝度成分 Y_1 を求めている。なお、色空間変換部 114 において、色差成分 U, V は算出しない。図 13 は、このようにして求められた各画素毎の輝度成分 Y_1 を示す図

変換を用いる場合に限らず、他の直交変換を用いる場合でも構わない。例えば、離散コサイン変換の他にウォルシュ・アダマール変換 (WHT)、離散フーリエ変換 (DFT)、離散サイン変換 (DST)、ハール変換、スラント変換、カルーネンレーベ変換 (KLT) 等が存在している。これらの直交変換を行い基底周波数を求め、求めた基底周波数を直流成分とするようにしても構わない。

【0165】色空間変換部 114 と色空間変換部 124 は、色空間の変換を行う。この実施例においては、RGB 色成分を輝度成分 Y と色差成分 U, V に変換する。ここで、 Y_1 を交流成分に基づく画素毎の輝度成分とする。また、 Y_1 を直流成分に基づくブロック毎の輝度成分とする。更に、 U と V を直流成分に基づくブロック毎の色差成分とする。

【0166】色空間変換部 114 は、以下の式により直流成分に基づくブロック毎の輝度成分 Y_1 と色差成分 U, V を出力する。

$$\begin{aligned} Y_1(u, v) &= 0.299 R_1(u, v) + 0.587 G_1(u, v) + 0.114 B_1(u, v) \\ U(u, v) &= R_1(u, v) - Y_1(u, v) \\ V(u, v) &= G_1(u, v) - Y_1(u, v) \end{aligned} \quad (1h)$$

成分 Y_1 と色差成分 U, V を示す図である。輝度成分 Y_1 、及び色差成分 U, V は、 4×4 画素を 1 単位としたブロック毎に求められているため、その情報量は縦方向に 4 分の 1、そして横方向に 4 分の 1 に圧縮されたことになる。従って、情報量は、16 分の 1 になる。即ち、 $Y_1 : U : V = 16 : 1 : 1$ となる。この実施例の大きな特徴は、このように、色空間変換時にブロックを単位として、情報を大幅に圧縮している点である。

【0168】色空間変換部 114 は、以下の式に基づいて交流成分から画素毎の輝度成分 Y_1 を出力する。

$$Y_1(x, y) = 0.299 R_1(x, y) + 0.587 G_1(x, y) + 0.114 B_1(x, y) \quad (1j)$$

である。輝度成分 Y_1 は、各画素毎に求められているため、RGB の各プレーンが有していた $r \times s$ 画素 $= 240 \times 320$ 画素と同様のエレメント数を有している。

【0170】次に、図 1 に示した符号化部 200 について説明する。符号化部 200 は、変換符号化を行い、変換係数を出力する。この例においては、直交変換とし

て、2次元離散コサイン変換を行う場合について説明する。直交変換を行うことにより空間的な相関を除去することができる。離散コサイン変換を行う場合、直流成分に関しては、図11に示すように、 $N \times M$ ($N \times M$ は、それぞれ n と m と同じ値でも異なる値でも良い)のブロックを1つの単位として変換を行う。また、交流成分の変換を行う場合には、図13に示すように、 $n \times m$ 画素を1つの単位として変換する。図14は、離散コサイン変換を行う場合の具体例を示す図である。輝度成分 Y_c の離散コサイン変換を行う場合には、RGB成分の1ブ
10
ロック分の画素を、1つの単位として変換を行う。即ち、 4×4 画素を1つの単位として変換する。一方、輝度成分 Y_c の離散コサイン変換を行う場合は、 $N=M=4$ とした場合、 4×4 ブロックを1つの単位として変換を行う。1ブロックの内部には、もともと $4 \times 4=16$ 画素が含まれている。従って、輝度成分 Y_c の離散コサイン変換は、RGB成分の 16×16 画素に対応した変換を行うことを意味している。同様にして、色差成分 U_c, V_c も 4×4 ブロックを1つの単位として、離散コサイン変換を行う。この場合にも、RGB成分の 16×16 画素を1つの単位として、変換を行うことを意味している。

【0171】このように、この実施例の大きな特徴は、色空間変換時にブロック化によりデータの圧縮を行うとともに、変換符号化時に、更に、上位のブロック化によりデータを圧縮させる点である。従来の変換符号化は、 8×8 画素を1ブロックとして変換符号化しているが、この実施例では、 4×4 画素を1ブロックとして変換符号化している。この実施例のブロックサイズは、従来のブロックサイズより小さいが、実質的には、 $16 \times 4 \times 30$
4画素に担当しており 16×16 画素の変換符号化を行っているのに等しい。

【0172】また、この実施例の大きな特徴は、色空間変換時に直流成分を求めるために、下位の離散コサイン変換を行い、変換符号化時に上位の離散コサイン変換を行っている点である。前述した実施例において、平均値を求めて直流成分とする場合を示したが、これは離散コサイン変換の基底周波数が平均値に等しいことを利用したものである。他の直交変換を用いている場合には、その直交変換により求められた基底周波数を直流成分とす
40
ることができる。このように、この実施例は、離散コサイン変換を上位と下位に階層化して符号化を行う点が大きな特徴である。この発明は、輝度と色に対する空間周波数特性が異なっている点に着目し、視覚特性が輝度と色という階層構造を持っているのに対して、離散コサイン等の直交変換理論を利用したものである。即ち、色空間変換時に下位の直交変換を行い、変換符号化時に上位の直交変換を行うという直交変換の階層的適用を行っている点が大きな特徴である。

【0173】従来から画像信号を広域成分と低域成分に

伝列し、画像信号の広域成分と低域成分に分けた処理をするという概念が存在しているが、画像信号の広域成分と低域成分という階層構造に対応して、変換符号化を階層的に使用する場合は存在しない。

【0174】ここで、色空間変換のためのブロックサイズ n, m と、離散コサイン変換のためのブロックサイズ N, M について、最適と思われる値について以下に検討する。人間の色を識別する特性は、色相に依存している。このことは、以下の文献を参照することにより明らかである。

【0175】Rassow, Von B., et al., "Messung der Modulationsübertragung am menschlichen Auge bei verschiedenen Wellenlängen," OPTIK, 32, 5, pp. 440-445, 1971. Gerald, J. C., Horst, Van Der, et al., "Spatiotemporal Chromaticity Discrimination," JOSA, 59, 11, pp. 1482-1488, 1969. Middleton and Holmes, "The apparent colors of surfaces of small substances—a preliminary report," JOSA, 39, 7, pp. 582-592, 1949. Sakata, H. and Isono, H., "Chromatic Spatial Frequency Characteristics of Human Visual System (Color Difference Discrimination)," Television, 31, 1, pp. 29-35, 1977.

【0176】これらの文献によれば、空間周波数の感度は色相によると報告されている。また、輝度の空間周波数特性は、色度の空間周波数特性よりよいということが知られている。輝度の空間周波数特性と色度の空間周波数特性の割合は、約3:1から5:1であると考えられる。従って、色空間変換のためのブロックサイズは、 3×3 から 5×5 画素が適当であろうと考える。更に、離散コサイン変換においても輝度と色差のブロックサイズの比を、3:1から5:1に設定することが望ましいと考える。また、離散コサイン変換を行う場合には、2のべき乗を用いることが望ましいため、最適なサイズは 4×4 である。更に、色空間変換のブロックサイズと、離散コサイン変換のブロックサイズを同一にする方が都合がよいことから、色空間変換のためのブロックサイズと、離散コサイン変換のためのブロックサイズを全て 4×4 にする。従って、前述した実施例において、 $n=m=N=M=4$ とするのが最適な値である。この実施例の特徴は、離散コサイン変換のためのブロックサイズを4

× 4 としても、色空間変換のためのブロックサイズが 4 × 4 であるため、実質的には 4 × 4 × 4 × 4 = 1 6 × 1 6 を 1 ブロックとしている点である。この 1 6 × 1 6 を 1 ブロックとする離散コサイン変換相当分を 4 × 4 を 1 ブロックとする離散コサイン変換で実行してしまうため、計算時間が大幅に減少する。また、この方式は、人間の視覚特性に基づいてブロックサイズを決定している

For $f(i,j)$ ($0 \leq i, j < N$), assuming $0 \leq f(i,j) \leq 255$,

$$F(u,v) = \frac{2C_u C_v}{N} \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} (f(i,j) - 128) \cos \left\{ \frac{(2i+1)u}{2N} \right\} \cos \left\{ \frac{(2j+1)v}{2N} \right\}$$

($0 \leq u, v < N$)

where

$$C_\omega = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}} & \omega = 0 \\ 1 & \omega \neq 0 \end{cases}$$

【0179】上記計算式(2a)を高速に計算するアルゴリズムが知られている。この高速計算の各具体例は、例えば、以下のような文献に記載されている。

【0180】Rao, K. R. and Yip, P., "Discrete Cosine Transform Algorithms, Advantages, Applications," Academic Press, New York, 1990. Wang, Z., "Reconsideration of a fast computational algorithm for the discrete cosine transform," IEEE Trans. Commun., vol. COMM-31, pp. 121-123, Jan. 1983. Vetrilli, M., "Fast 2-D discrete cosine transform," Intl. Conf. on Acoust., Speech, and Signal Process., pp. 1538-1541, Tampa, FL, March 26-29, 1985. Harque, M. L., "A two-dimensional fast cosine transform," IEEE Trans. Acoust., Speech, and Signal Process., vol. ASSP-33, pp. 1532-1538, Dec. 1985.

【0181】図15は、前述した文献等示された幾つかの高速計算のためのアルゴリズムを実行するためのかけ算と、足し算の回数を示す図である。図15からわかるように、N×Nを1ブロックとする離散コサイン変換を実行する場合には、おびただしいかけ算と足し算をしなければならない。N=8の場合に比べてN=4の場合には、かけ算と足し算の回数は大幅に減少する。従来の符号化装置の離散コサイン変換におけるブロックサイズが、8×8であるのに対して、この実施例における符号

ため、符号化による画像の品質の劣化が少ない。

【0177】離散コサイン変換のアルゴリズムは複数存在するが、ここでは以下の式を用いて離散コサイン変換を行う。

【0178】

【数2】

化装置のブロックサイズは、4×4であるため離散コサイン変換の計算時間が大幅に減少する。

【0182】次に、図1に示した量子化部300について説明する。図16は、量子化部300が記憶している量子化テーブルを示す図である。この量子化テーブルの各要素の値は、人間の視覚特性に基づいて決定される。特に、輝度空間周波数特性と色空間周波数特性によって決定される。離散コサイン変換により出力された変換係数は、図16に示す量子化テーブルと同様の4×4のサイズを持っている。この変換係数を、図16に示す量子化テーブルの各要素により、わり算することにより、変換係数を表現するビット数が減少する。このようにして、変換のエントロピーが減少する。前述したように、人間の視覚の空間周波数特性は、それぞれの色によって次のような傾向がある。

【0183】一般的な傾向として、

(1) 十分小さい領域では、赤-緑、黄-青の色の変化よりも、輝度の变化に敏感である。

(2) 面積が大きくなるほど、輝度の变化に敏感である。

以下では、図84に示した視覚の色空間周波数特性曲線を輝度、赤-緑、黄-青に対してそれぞれ、

$dB = f_y(C)$

$dB = f_r(C)$

$dB = f_b(C)$

とおくことにする。Y, U, Vの視覚特性曲線は、それぞれ f_y, f_r, f_b になる。なお、以下では、一般に f で f_y, f_r, f_b のいずれかを表すことにする。

【0184】以上のことに基づいて、一般に量子化テーブルを次のように定めることができる。画面の角度当たりのドット数を、 p (ppd: pixel per degree) とし、2次元離散コサイン変換は、N×Nを1単位とし、色空間周波数特性を f とする。ここで離

散コサイン変換は、

【0185】

$$f_{u,N}(j) = \cos\left(\frac{u\pi}{N}j + \frac{u\pi}{2N}\right) \quad (u=0, \dots, N-1)$$

【0186】に関する展開であり、 $f_{u,N}$ ($u=0, \dots, N-1$) の周期は、それぞれ $2N/u$ ($u=0, \dots, N-1$) であることから、

【0187】

【数4】

$$q_X(i,j) = c_X 10^{-\frac{f_{\frac{p \min(i,j)}{2N}}}{20}} \quad (0 \leq i, j < N)$$

【0188】とすることができる。通常、 $p=20 \sim 60$ と考えてよいといわれている。従って、具体的には、 Y_i に対しては、

【0189】

【数5】

$$q_{Y_h}(i,j) = c_{Y_h} 10^{-\frac{f_{\frac{p \min(i,j)}{2N}}}{20}} \quad (0 \leq i, j < N)$$

【0190】 Y_i に対しては、

【0191】

【数6】

$$q_{Y_L}(i,j) = c_{Y_L} 10^{-\frac{f_{\frac{\frac{p}{4} \min(i,j)}{2N}}}{20}} \quad (0 \leq i, j < N)$$

【0192】 U に対しては、

【0193】

【数7】

$$q_U(i,j) = c_U 10^{-\frac{f_{\frac{\frac{p}{4} \min(i,j)}{2N}}}{20}} \quad (0 \leq i, j < N)$$

【0194】 V に対しては、

【0195】

【数8】

$$q_V(i,j) = c_V 10^{-\frac{f_{\frac{\frac{p}{4} \min(i,j)}{2N}}}{20}} \quad (0 \leq i, j < N)$$

【0196】と定める。

【0197】もし、 $P=40$ 、 $C_{Y_h}=24$ 、 $C_{Y_L}=C_U=C_V=4$ とした場合の量子化テーブルが、図1.6に示す量子化テーブルである。このようにして、この実施例における量子化テーブルは、人間の視覚特性を反映したものとなる。

【0198】次に、図1.7の減衰テーブルについて説明する。前述したように、各画素毎に色空間を行う色空間

【数3】

変換部114は、交流成分から色差成分を出力しない。このことは、色差成分の高周波成分が消滅してしまうことを意味している。色差成分の中から高周波成分が消滅してしまうことにより、ブロックの境界に不連続性、あるいは、歪みを生ずる可能性がある。このブロックの不連続性をなくすために、色差成分に対して値を減衰させる必要がある。図1.7に示す減衰テーブルは、ブロックの間におきる不連続性を除去するために用意されたものである。図1.6に示す量子化テーブルの内、色差成分に用いられる量子化テーブルに対して、減衰テーブルを用いて新たな量子化テーブルを作成する。具体的には、色差成分 U 、 V の量子化テーブルの各要素の値を、減衰テーブルの対応する各要素の値で除算したものを新たな量子化テーブルとして用いる。新たに計算された量子化テーブルを用いて変換係数を量子化することにより、ブロック間の不連続性を減少させることができる。なお、輝度成分 Y_i 、 Y_L に対しては、減衰テーブルで除算することはない。

【0199】図1.8は、前述した符号化装置の動作の示すフローチャートである。S110においてRGB色成分を入力する。S120とS130は色空間変換を行う工程である。この図においては、S120において、ブロック毎の輝度成分と色差成分を求めている。また、S130においては、画素単位の輝度成分を求めている。S122においては、 $n \times m$ 画素の平均値を算出する。そして、S124において、算出した平均値を用いてブロック単位の輝度成分 Y_i と色差成分 U 、 V を求める。S132において、S122で求めた平均値と各画素との差分を算出する。S134においては、差分を用いて画素単位の輝度成分 Y_L を求める。S140において、 $n \times m$ 画素を1単位として輝度成分 Y_i の離散コサイン変換を行う。S150においては、複数ブロック($N \times M$ ブロック)を1つの単位として輝度成分 Y_i と色差成分 U 、 V について、離散コサイン変換を行う。S160においては、視覚特性に基づく量子化テーブルにより量子化を行う。なお、この際、量子化テーブルを減衰テーブルにより調整するようにしても構わない。減衰テーブルにより量子化テーブルを修正することにより、ブロック間に生ずる歪みをなくすことができる。

【0200】次に、復号化装置について説明する。逆量子化部600は量子化部300が記憶している量子化テーブルと、同様の量子化テーブルを記憶している。また、量子化部300が減衰テーブルを利用している場合には、逆量子化部600も同じ減衰テーブルを記憶している。このように、逆量子化部600は、量子化テーブルと減衰テーブルを用いて入力した符号化されたデータ

を逆量子化して復号化部 7 0 0 に出力する。

【0 2 0 1】復号化部 7 0 0 は、逆離散コサイン変換を用いて直交変換を行う。逆離散コサイン変換は、以下の式

$$f(i,j) \equiv \frac{2}{N} \sum_{u=0}^{N-1} \sum_{v=0}^{N-1} F(u,v) C_u C_v \cos \left\{ \frac{(2i+1)u}{2N} \right\} \cos \left\{ \frac{(2j+1)v}{2N} \right\} + 128$$

(0 ≤ i, j < N)

where

$$C_\omega = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}} & \omega = 0 \\ 1 & \omega \neq 0 \end{cases}$$

【0 2 0 3】逆離散コサイン変換により、輝度成分 Y_i 、色成分 Y_c 、及び色差成分 U, V が復号される。復号された輝度成分 Y_i 、 Y_c と色差成分 U, V は逆変換部 8 0 0 に出力される。

【0 2 0 4】図 19 は、逆変換部 8 0 0 の内部構成図である。割り当て部 8 1 0 は、ブロック単位に出力される輝度成分 Y_i と、ブロック単位に出力される色差成分 U, V

$$Y_i(nu+i, mv+j) = Y_i(u, v) \quad \dots (1k)$$

$$U_i(nu+i, mv+j) = U_i(u, v) \quad \dots (1l)$$

$$V_i(nu+i, mv+j) = V_i(u, v) \quad \dots (1m)$$

(0 ≤ i < n, 0 ≤ j < m, 0 ≤ u < r/n, 0 ≤ v < s/m)

【0 2 0 5】加算部 8 2 0 は、輝度成分 Y_i と輝度成分

$$Y_o(x, y) = Y_i(x, y) + Y_c(x, y) \quad \dots (1n)$$

図 21 は、加算部 8 2 0 の動作を示す図である。画素単位の輝度成分 Y_o とブロック単位の輝度成分 Y_i を加算して、新たな輝度成分 Y_o を算出している。

【0 2 0 6】色空間変換部 8 3 0 は、加算部により加算

$$B_o(x, y) = V_o(x, y) + Y_o(x, y) \quad \dots (1p)$$

$$G_o(x, y) = \{Y_o(x, y) - 0.299 R_o(x, y) - 0.114 B_o(x, y)\} / 0.587 \quad \dots (1q)$$

$$G_o(x, y) = \{Y_o(x, y) - 0.299 R_o(x, y) - 0.114 B_o(x, y)\} / 0.587$$

(0 ≤ x < r, 0 ≤ y < s)

【0 2 0 7】図 22 は、色空間変換部 8 3 0 が R プレーンの画素の値を求める動作を示している。図 23 は、色空間変換部 8 3 0 が B プレーンの画素の値を求める動作を示している。図 24 は、色空間変換部 8 3 0 が G プレーンの画素の値を算出する動作を示している。

【0 2 0 8】図 25 は、復号化装置の動作を示すフローチャートである。S 2 1 0 において、復号化部 7 0 0 から出力された輝度成分 Y_i 、 Y_c と、色差成分 U, V を入力する。S 2 2 0 は、輝度成分と色差成分で表される色空間を、RGB の三原色で表される色空間に変換する逆変換工程である。S 2 2 2 において、輝度成分 Y_i

式に基づいて行われる。

【0 2 0 2】色空間変換部 8 3 0 は、色空間変換を行う。

【数 9】色空間変換部 8 3 0 は、色空間変換を行う。色空間変換部 8 3 0 は、色空間変換を行う。色空間変換部 8 3 0 は、色空間変換を行う。

U, V を各画素に割り当てる。図 20 は、割り当て部 8 1 0 の動作を説明する図である。1 ブロックが 4 × 4 の画素で構成されているので、1 つのブロックの値が 16 個の画素に割り当てられる。従って、1 つのブロック内の 16 の画素は、同一の値を持つ。割り当て部 8 1 0 は、以下の式を用いて割り当てを行う。

$$Y_i(nu+i, mv+j) = Y_i(u, v) \quad \dots (1k)$$

$$U_i(nu+i, mv+j) = U_i(u, v) \quad \dots (1l)$$

$$V_i(nu+i, mv+j) = V_i(u, v) \quad \dots (1m)$$

$$Y_i(nu+i, mv+j) = Y_i(u, v) \quad \dots (1n)$$

Y_i を入力し、輝度成分 Y_i と輝度成分 Y_c の値を加算する。この計算は、以下の式に基づいて行われる。

$$Y_o(x, y) = Y_i(x, y) + Y_c(x, y) \quad \dots (1n)$$

$$Y_o(x, y) = Y_i(x, y) + Y_c(x, y) \quad \dots (1n)$$

$$Y_o(x, y) = Y_i(x, y) + Y_c(x, y) \quad \dots (1n)$$

$$Y_o(x, y) = Y_i(x, y) + Y_c(x, y) \quad \dots (1n)$$

$$Y_o(x, y) = Y_i(x, y) + Y_c(x, y) \quad \dots (1n)$$

$$Y_o(x, y) = Y_i(x, y) + Y_c(x, y) \quad \dots (1n)$$

$$Y_o(x, y) = Y_i(x, y) + Y_c(x, y) \quad \dots (1n)$$

$$Y_o(x, y) = Y_i(x, y) + Y_c(x, y) \quad \dots (1n)$$

$$Y_o(x, y) = Y_i(x, y) + Y_c(x, y) \quad \dots (1n)$$

$$Y_o(x, y) = Y_i(x, y) + Y_c(x, y) \quad \dots (1n)$$

$$Y_o(x, y) = Y_i(x, y) + Y_c(x, y) \quad \dots (1n)$$

$$Y_o(x, y) = Y_i(x, y) + Y_c(x, y) \quad \dots (1n)$$

$$Y_o(x, y) = Y_i(x, y) + Y_c(x, y) \quad \dots (1n)$$

$$Y_o(x, y) = Y_i(x, y) + Y_c(x, y) \quad \dots (1n)$$

$$Y_o(x, y) = Y_i(x, y) + Y_c(x, y) \quad \dots (1n)$$

$$Y_o(x, y) = Y_i(x, y) + Y_c(x, y) \quad \dots (1n)$$

符号化、あるいは、復号化する場合について説明する。動画の場合には、時間軸が加わり 3 次元的な処理が必要となる。この実施例では、静止画の場合の 2 次元の処理を単純に 3 次元化する場合を説明する。即ち、2 次元の処理に用いた考えをそのまま 3 次元に応用することにより、時間軸方向においても 2 次元処理と全く同様なアルゴリズムを適用することができる。以下、この実施例では静止画の場合の各処理と動画の場合の各処理を対応させながら、異なる点を中心にして説明する。

【0211】図 26 は、動画の構成を示す図である。動画は、静止画が時間軸 T の方向に連続して並べられたものであると考えられる。この例においては、 $r \times s$ 画素を持つ静止画が、時間軸方向に t フレーム連続している場合を示している。この t フレームは時間軸方向に t 個の画素が連続しているものと考えられる。この t 画素を分割して、ブロックを形成する。この例においては、4 画素を 1 つの単位として、1 ブロックとしている例を示している。従って、 $n \times m \times f = 4 \times 4 \times 4$ を 1 つのブ

$$R_L(u, v, w) = \frac{1}{nmf} \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{m-1} \sum_{k=0}^{f-1} R(nu+i, mv+j, fw+k) \quad (2a)$$

$$G_L(u, v, w) = \frac{1}{nmf} \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{m-1} \sum_{k=0}^{f-1} G(nu+i, mv+j, fw+k) \quad (2b)$$

$$B_L(u, v, w) = \frac{1}{nmf} \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{m-1} \sum_{k=0}^{f-1} B(nu+i, mv+j, fw+k) \quad (2c)$$

$$(0 \leq u < \frac{r}{n}, 0 \leq v < \frac{s}{m}, 0 \leq w < \frac{t}{f})$$

【0216】直流成分抽出部 122a は、図 32 に示すような $4 \times 4 \times 4$ 画素を 1 ブロックとして平均値を計算し、図 33 に示すように、1 ブロックの平均値を求めるものである。先の実施例で説明したように、1 ブロックの平均値を求めているのは、離散コサイン変換の基底周波数を計算している場合と等価である。もし、離散コサイン変換を用いない場合には、 $4 \times 4 \times 4$ 画素を 1 ブ

$$R_L(nu+i, mv+j, fw+k) = R(nu+i, mv+j, fw+k) - R_L(u, v, w) \quad (2d)$$

$$G_L(nu+i, mv+j, fw+k) = G(nu+i, mv+j, fw+k) - G_L(u, v, w) \quad (2e)$$

$$B_L(nu+i, mv+j, fw+k) = B(nu+i, mv+j, fw+k) - B_L(u, v, w) \quad (2f)$$

$$(0 \leq i < n, 0 \leq j < m, 0 \leq k < f, 0 \leq u < r/n, 0 \leq v < s/m, 0 \leq w < t/f)$$

【0218】色空間変換部 124a は、以下の式に基づ

$$Y_L(i, j, k) = 0.299 R_L(i, j, k) + 0.587 G_L(i, j, k) + 0.114 B_L(i, j, k) \quad (2g)$$

$$U(i, j, k) = R_L(i, j, k) - Y_L(i, j, k) \quad (2h)$$

$$V(i, j, k) = G_L(i, j, k) - Y_L(i, j, k)$$

ロックとしている。

【0212】図 27 は、すでに説明した実施例 1 による静止画の場合の符号化装置と復号化装置の構成を示す図である。図 28 は、動画の場合の符号化装置及び復号化装置を示す図である。図 27 と図 28 を比較して異なる点は、静止画の場合が 4×4 の 2 次元処理であったのに対して、動画の場合は、 $4 \times 4 \times 4$ の 3 次元処理となっている点である。

【0213】図 29 は、静止画の場合の変換部 100 の入力と出力を示す図である。図 30 は、動画の場合の変換部 100a の入力と出力を示す図である。静止画の場合は、平面を取り扱うのに対して、動画の場合は、立体を取り扱う点が異なっている。図 31 は、動画の場合の変換部 100a を示すブロック図である。

【0214】図 31 に示す直流成分抽出部 122a は、以下の式を用いて直流成分を抽出する。

【0215】

【数 10】

ックとして直交変換を行い、基底周波数を求めることにより、1 ブロックの直流成分を算出することができる。

【0217】また、交流成分抽出部 122a は、図 32 に示す各画素の値と図 33 に示す平均値との差分をとり、図 34 に示すような値を算出する。この計算は、以下の式を用いて行う。

いて、ブロック単位の輝度成分 Y_L とブロック単位の色差成分 U, V を求める。

($0 \leq i < r/n, 0 \leq j < s/m, 0 \leq k < t/f$).

【0219】図35は、ブロック単位にRGB色成分から輝度成分を求める動作を示している。図36は、同様にブロック単位の色差成分Uを求める動作を示している。図37は、同様にブロック単位の色差成分Vを求め

$$Y_i(i, j, k) = 0.299 R_i(i, j, k) + 0.587 G_i(i, j, k) + 0.114 B_i(i, j, k) \quad (2j)$$

($0 \leq i < r, 0 \leq j < s, 0 \leq k < t$)

【0221】図39は、色空間変換部114aが画素単位に輝度成分 Y_i を求める動作を示している。図40は、このようにして求められた画素毎の輝度成分 Y_i を示している。

【0222】以上のように、輝度成分 Y_i と、色差成分U、Vは、 $4 \times 4 \times 4$ 画素のブロック毎に求められ、輝度成分 Y_i は、1画素毎に求められる。従って、 $Y_i : U : V = 64 : 1 : 1$ となる。

$$f(u, v, w) = \left(\frac{2}{N}\right)^2 C_u C_v C_w \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} \sum_{k=0}^{N-1} (f(i, j, k) - 128) \cos\left\{\frac{(2i+1)u}{2N}\right\} \cos\left\{\frac{(2j+1)v}{2N}\right\} \cos\left\{\frac{(2k+1)w}{2N}\right\}$$

($0 \leq u, v, w < N$)

$$C_\omega = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}} & \omega = 0 \\ 1 & \omega \neq 0 \end{cases}$$

【0225】3次元離散コサイン変換のブロックサイズは、 $4 \times 4 \times 4$ であるが、輝度成分 Y_i と色差成分U、Vは、色空間変換時に $4 \times 4 \times 4$ 画素を1ブロックとしており、この1ブロックを単位として $4 \times 4 \times 4$ ブロックを用いて変換するわけであるから、少ない計算量で、実質的には、 $4 \times 4 \times 4 \times 4 \times 4 \times 4 = 16 \times 16 \times 16$ 画素相当分の3次元離散コサイン変換をしていることになる。

【0226】従来から画像信号に対して3次元離散コサイン変換を用いて、変換符号化をしている場合が存在する。しかし、この実施例の大きな特徴は、3次元方向（時間軸方向）においてまで、広域信号及び低域信号という階層構造を意識した離散コサイン変換を行っている点である。従来の3次元離散コサイン変換の場合は、3次元方向（時間軸方向）に対しては、広域信号及び低域信号という階層構造を意識せず、単にデータを集合させているだけであるが、この発明は、時間軸方向においても広域信号と低域信号の階層構造が存在することに着目し、離散コサイン変換を広域信号と低域信号に分けて行っている点が大きな特徴である。

【0227】また、前述した実施例と同様に、この実施例は、色空間変換時に下位の3次元離散コサイン変換を行うことにより直流成分を求め、変換符号化時に上位の3次元離散コサイン変換をしている点が大きな特徴である。

る動作を示している。図38は、以上のようにして求められたブロック毎の輝度成分 Y_i と、色差成分U、Vを示している。

【0220】色空間変換部114aは、以下の式に基づいて画素単位の輝度成分 Y_i を求める。

【0223】次に、符号化部200aについて説明する。

図41は、実施例1に示した符号化部200の動作を示す図である。図42は、この実施例による符号化部200aの動作を示す図である。実施例1に2次元離散コサイン変換を用いたのに対して、この実施例においては、以下のような3次元離散コサイン変換を用いる。

【0224】

【数11】

【0228】量子化部300aについて説明する。動画を扱う場合、量子化部300aは、2次元の量子化テーブルの代わりに3次元のものを使用することになる。静止画の場合、図84に示すような空間特性に基づいて量子化テーブルを計算している。静止画の場合は、空間周波数 [cpd (cycle per degree)] から相対感度 (dB) への1変数関数を用いていた。即ち、静止画の場合、色成分Xに対する空間周波数特性関数を f 、画面の解像度を p [ppd (pixel per degree)] とした時に、量子化テーブル $q_x(i, j)$ ($0 \leq i, j < N$) を、

【0229】

【数12】

$$q_x(i, j) := c_x 10^{-\frac{f\left(\frac{p \min(i, j)}{2N}\right)}{20}} \quad (0 \leq i, j < N)$$

【0230】と定めた。動画の場合には、図85に示すような時空間周波数特性に基づいて、量子化テーブルを計算する。動画の場合、空間周波数特性と時間周波数特性に基づいて計算することになる。動画の場合は、空間周波数 [cpd (cycle per degree)] と時間周波数 (Hz) から相対感度 (dB) への2変数関数を用いる。即ち、色成分Xに対する空間・時間周波数特性関数を f 、画面の解像度を p [ppd (pixel per degree)]、フレームレートを L [frame per second] とした時に、量子化テーブル $q_x(i, j, k)$ ($0 \leq i, j, k < N$) を、

【 f p s (f r a m e p e r s e c o n d) 】 とし 【 0 2 3 1 】
た時に、量子化テーブル $q_x(i, j, k)$ ($0 \leq i, j, k < N$) を、 【 数 1 3 】

$$q_x(i, j, k) = c_x \cdot 10^{-\frac{f\left(\frac{p_{\min}(ij)}{2N}, \frac{Lk}{2N}\right)}{20}} \quad (0 \leq i, j, k < N)$$

【 0 2 3 2 】 とする。よって、各成分 Y, U, V に対す 【 0 2 3 3 】
る空間・時間周波数特性関数を f_Y, f_U, f_V とする 【 数 1 4 】
と各 Y_h, Y_L, U, V に対する量子化テーブルは、

$$q_{Y_h}(i, j, k) = c_{Y_h} \cdot 10^{-\frac{f_Y\left(\frac{p_{\min}(ij)}{2N}, \frac{Lk}{2N}\right)}{20}} \quad (0 \leq i, j, k < N)$$

$$q_{Y_L}(i, j, k) = c_{Y_L} \cdot 10^{-\frac{f_Y\left(\frac{p_{\min}(ij)}{2N}, \frac{Lk}{2N}\right)}{20}} \quad (0 \leq i, j, k < N)$$

$$q_U(i, j, k) = c_U \cdot 10^{-\frac{f_U\left(\frac{p_{\min}(ij)}{2N}, \frac{Lk}{2N}\right)}{20}} \quad (0 \leq i, j, k < N)$$

$$q_V(i, j, k) = c_V \cdot 10^{-\frac{f_V\left(\frac{p_{\min}(ij)}{2N}, \frac{Lk}{2N}\right)}{20}} \quad (0 \leq i, j, k < N)$$

【 0 2 3 4 】 となる。

【 0 2 3 5 】 なお、実施例 1 に示したように、減衰テーブルを設けてブロック間の不連続性を減少させるようにしても構わない。この場合には、減衰テーブルも 3 次元のテーブルとなる。

【 0 2 3 6 】 逆量子化部 6 0 0 a は、量子化部 3 0 0 a で量子化された動作と逆の動作を行い、逆量子化をする。

【 0 2 3 7 】 復号化部 7 0 0 a は、以下の式に基づき逆離散コサイン変換を行う。

【 0 2 3 8 】 【 数 1 5 】

$$f(i, j, k) = \left(\frac{2}{N}\right)^{\frac{3}{2}} \sum_{u=0}^{N-1} \sum_{v=0}^{N-1} \sum_{w=0}^{N-1} F(u, v, w) C_u C_v C_w \cos\left\{\frac{(2i+1)u}{2N}\right\} \cos\left\{\frac{(2j+1)v}{2N}\right\} \cos\left\{\frac{(2k+1)w}{2N}\right\} + 128$$

($0 \leq i, j, k < N$)

$$C_\omega = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}} & \omega = 0 \\ 1 & \omega \neq 0 \end{cases}$$

$$Y_L(nu+i, mv+j, fw+k) = Y_L(u, v, w) \quad \dots \dots \dots (2k)$$

$$U_L(nu+i, mv+j, fw+k) = U(u, v, w) \quad \dots \dots \dots (2l)$$

$$V_L(nu+i, mv+j, fw+k) = V(u, v, w) \quad \dots \dots \dots (2m)$$

【 0 2 3 9 】 図 4 3 は、逆変換部 8 0 0 a を示すブロック図である。割り当て部 8 1 0 a は、以下の式に基づいてブロック毎の輝度成分と色差成分を画素毎の輝度成分と色差成分に割り当てる。

($0 \leq i < n$, $0 \leq j < m$, $0 \leq k < f$, $0 \leq u < r/n$, $0 \leq v < s/m$, $0 \leq w < t/f$)

【0240】図44は、割り当て部810aの動作を示す図である。1つのブロックが $4 \times 4 \times 4$ の画素で構成

$$Y_i(i, j, k) = Y_0(i, j, k) + Y_1(i, j, k)$$

$$\dots \dots \dots (2n)$$

【0242】図45は、この加算部820aの動作を示す図である。

$$R_i(i, j, k) = U_0(i, j, k) + Y_0(i, j, k)$$

$$\dots \dots \dots (2o)$$

$$B_i(i, j, k) = V_0(i, j, k) + Y_0(i, j, k)$$

$$\dots \dots \dots (2p)$$

$$G_i(i, j, k) = \{Y_0(i, j, k) - 0.299R_0(i, j, k) - 0.587B_0(i, j, k)\} / 0.587$$

$$\dots \dots \dots (2q)$$

($0 \leq i < r$, $0 \leq j < s$, $0 \leq k < t$)

【0244】図46、図47、図48は、色空間変換部830aの動作を示す図である。この動作により色空間変換部は、RプレーンとGプレーンとBプレーンの色成分を出力する。

【0245】このように、動画を符号化する場合にも、静止画を符号化する場合に用いた考え方を3次元に拡張することにより、静止画も動画も統一的な取扱方をすることができる。静止画と動画の取扱も統一できるのは、図83と図84に示すように、視覚の空間周波数特性と時間周波数特性が同様の特性を持っているからである。従来の符号化は、静止画用の符号化方式と動画用の符号化方式とに分けて提案されているが、この発明においては、静止画用と動画用の符号化方式を分けて考える必要がない。

【0246】実施例1及び実施例2に述べたような符号化方式を用いることにより、画像データを効率よく圧縮することができる。即ち、高解像度を持つ輝度成分データと、低解像度の輝度成分データと低解像度の色差成分データを有していることにより、画像を効率よく処理することができる。実施例1及び実施例2に示すような方式により、符号化されたデータは、単に符号化及び復号化装置において、符号化及び復号化される場合に、その効果を発揮するばかりでなく、そのデータを蓄積する画像蓄積装置、あるいは、そのデータを用いて画像を印刷する画像印刷装置、あるいは、及びそのデータを伝送する画像伝送装置等の画像を処理する装置全てに対して適用することができる。画像データが効率よく圧縮されているため、画像データを伝送する場合の伝送レートは、非常に高いものとなり、伝送効率がよくなる。また、注

$$Y = 0.257R + 0.516G + 0.096B + 16$$

$$U = 0.429R - 0.368G - 0.071B + 128$$

$$V = -0.148R - 0.291G + 0.439B + 128$$

この計算式は、JPE G方式が用いている計算式をそのまま用いたものである。従って、実施例1に用いた計算式とは異なっている。変換部100のその他の動作は、

されている。従って、同一の値が $4 \times 4 \times 4$ の画素全てに対して割り当てられる。

【0241】加算部820aは、以下の式により各画素毎の輝度成分を求める。

【0243】色空間変換部830aは、以下の式に基づいて色空間の変換を行う。

$$\dots \dots \dots (2o)$$

$$\dots \dots \dots (2p)$$

$$\dots \dots \dots (2q)$$

目画素当たりのデータ量が減少することにより、画像データを蓄積するバッファやメモリのサイズが小さくなり、画像を処理する装置の低コスト化に寄与する。

【0247】実施例3 図4.9は、この実施例による変換部を示す図である。この実施例による変換部100bは、色空間変換部114bが直接三原色のRGB色成分を入力する。そして、色空間変換部114bは、各画素毎に色空間変換を行い、輝度成分 Y_i を出力する。各画素毎の輝度成分 Y_i は、減算部116に出力される。一方、直流成分抽出部122と色空間変換部124は、実施例1と同様な動作を行うものである。色空間変換部124からは、ブロック毎の輝度成分 Y_0 と色差成分 U_0 、 V_0 が出力される。ブロック毎の輝度成分 Y_0 は、減算部116に入力される。減算部116は、輝度成分 Y_0 からブロック毎の輝度成分 Y_i 値を減算することにより、各画素毎の輝度成分 Y_i を出力する。以後の動作は、実施例1と同様である。復号化装置は、実施例1に用いたものをそのまま用いることができる。

【0248】図4.9に示す場合は、2次元の場合を示しているが、実施例2に示したように3次元の場合についても、図4.9に示すような構成をとることができる。

【0249】評価 実施例1に示した符号化装置及び復号化装置の評価を行ったので、以下に説明する。実施例1に示した方式と、JPE Gによる方式を比べることにする。評価を行うために、評価用ソフトウェアの作成を行った。図5.0は、実施例1に示した方式を評価するためのソフトウェアのブロック図である。図5.1は、JPE G方式による評価を行うためのブロック図である。変換部100及び変換部100jにおいては、以下に示す式を用いて変換を行った。

実施例1に示したものと同様である。変換部100jは、JPE G方式の「4:2:2符号化方式」のサンプリングに基づく動作を行うものとする。符号化部200

は、実施例1に示した 4×4 を1つの単位とする離散コサイン変換を行う。符号化部200jは、 8×8 を1つの単位とした離散コサイン変換を行う。量子化部300は、実施例1に示した 4×4 の量子化テーブルを用いて量子化する。量子化部300jは、図52に示す 8×8 の量子化テーブルを用いる。図52に示すテーブルは、デファクトスタンダードとなっている量子化テーブルである。なお、実施例1で説明した減衰テーブルは、図50に示す量子化部300だけに適用する。図51に示す量子化部300jには、減衰テーブルを適用しない。

【0250】実施例1に示す方式とJPEGによる方式の量子化後のエントロピーを計算した結果、ほぼ同じ値を示す場合もあるが、実施例1に示す方式が10%から20%低い値を示す。また、最大では、50%低い値を示す。また、実施例1に示す方式がJPEGによる方式よりも、エントロピーが小さい場合であっても、高解像度のイメージを復号することができる。しかし、ブロックとブロックの境界に生ずる不連続という問題点が、実施例1の方式においてJPEGに比べて大きく発生している。減衰テーブルによる減衰を行った場合でも、実施例1の方がJPEGの方式に比べてブロック間の不連続性が目立ってしまう。特に、画像に示されている物体のスムーズな部分、あるいは、画像に示されている物体のエッジ部分において、不連続性が顕著に現れることがわかった。

【0251】次に、計算時間の比較、評価について説明する。図50及び図51に示した変換部100、100j及び符号化部200、200j及び量子化部300、300jのかけ算の回数と、足し算の回数をそれぞれ比較した。図53～図55においては、1画像が $n \times m$ 画素（ここでは、前述したブロックのサイズに用いた $n \times m$ とは異なり、1画像全体のサイズを意味する）から構成されているものとする。

【0252】図53は、1画像が $n \times m$ 画素からなるRGB色成分を色空間変換する場合のかけ算と、足し算の回数を比較している。色空間変換においては、実施例1に示す方式の方が、かけ算及び足し算のいずれにおいても、回数が少ないことがわかる。

【0253】図54は、符号化部200と200jにおける離散コサイン変換のかけ算と、足し算の回数を示す図である。図54に示す計算は、図15に示した各種の高速化アルゴリズムそれぞれに対して比較を行っている。実施例1の場合には、輝度成分用の1つの $m \times n$ 画素のデータと、輝度成分Y、と色差成分U、V用の3つの $n/4 \times m/4$ 画素からなるデータを用いて計算している。また、JPEG方式による場合は、輝度成分用の1つの $n \times m$ 画素のデータと、色差成分U、V用の2つの $n/2 \times m$ 画素からなるデータに基づいて計算をしている。いずれの高速化アルゴリズムを用いる場合においても、実施例1の場合の方がかけ算の回数及び足し算の

回数が大幅に減少している。

【0254】図55は、量子化部300と量子化部300jのかけ算と、足し算の回数を比較した図である。量子化を行う場合でも、本実施例による場合の方が、かけ算の回数が少ないことを示している。

【0255】図53、図54、図55からわかるように、本実施例による方式は、2倍から3倍高速処理を行うことができる。あるいは、最も差がある場合には4倍から5倍の高速処理を行うことが可能である。

【0256】以上のように、本実施例の方式を用いれば、JPEG方式に比べて約3分の1の計算時間ですむ。また、本実施例の方式を用いれば、JPEG方式に比べて最大2分の1のエントロピーですむ。本実施例による欠点は、JPEG方式に比べて画像内の対象物にスムーズな部分やエッジ部がある場合に、ブロック間の歪みが生じやすい点である。この点に関しては、減衰テーブルとよりよい量子化テーブルを作成することにより、ブロック間の歪みをより感知しにくいイメージを作成することができると思う。この点については、更に、改良が必要である。また、実施例1に示す方式によれば、計算時間が高速になるので、リアルタイムな符号化を実現することができる。

【0257】上記実施例においては、1画素が1エレメントである場合を説明したが、複数画素を1エレメントとするような場合があっても構わない。

【0258】また、上記実施例においては、符号化部において離散コサイン変換を用いる場合について説明したが、その他の直交変換方式を用いる場合であっても構わない。その他の直交変換方式を用いる場合は、その用いた直交変換方式に応じて量子化テーブルの定め方を変更しなければならない場合が存在する。その直交変換方式を用いた場合、変換基底の周波数成分がどのようになっているかにより、量子化テーブルの定め方が異なってくる。

【0259】また、上記実施例においては、 $n \times m$ が 4×4 である場合を示したが、その他のサイズであっても構わない。例えば、 6×6 、 3×6 、 2×5 等のサイズであっても構わない。また、 $N \times M = 4 \times 4$ の場合を示したが、同様にその他のサイズであっても構わない。また、 $n = N$ 、 $m = M$ の場合を示したが、 $n \neq N$ 、 $m \neq M$ であっても構わない。

【0260】実施例4。前述した実施例においては、直流成分として輝度信号と色差信号を出力する場合について説明したが、この実施例においては、直流成分として色信号を出力する場合について説明する。色成分としては、赤、緑、青の三原色の色成分が考えられる。あるいは、シアン、マゼンダ、イエローの色成分の場合も考えられる。シアン、マゼンダ、イエローの色成分は、赤、緑、青の色成分から計算により求めることができる。また、その逆に赤、緑、青の色成分は、シアン、マゼン

ダ、イエローの色成分から計算により求めることができる。従って、色成分という場合には、赤、緑、青の色成分であっても構わないし、シアン、マゼンダ、イエローの色成分で合っても構わない。以下、この実施例においては、赤、緑、青の色成分を用いる場合を例にして説明する。この実施例で用いる画像符号化装置の構成は、図 1 に示した画像符号化装置と同様のものである。ここでは、以下に特徴となる点を中心に説明する。

【0261】図 5 6 は、変換部 100 の内部ブロック図である。変換部 100 は、RGB の色成分を用いて、エレメント毎（画素毎）の色空間変換を行うエレメント成分変換部 110 を備えている。また、変換部 100 は、エレメント毎（画素毎）の RGB 色成分をブロック毎の RGB 色成分に変換するブロック成分変換部 120 を備えている。変換部 100 は RGB 信号を入力する。変換部 100 は入力した RGB 信号の色空間変換を行い、その結果、変換部 100 は輝度成分 Y_1 を出力する。また、変換部 100 は、ブロック毎の RGB 成分 R_1 、 G_1 、 B_1 を出力する。

【0262】図 5 7 は、変換部 100 の出力を示す図である。輝度成分 Y_1 は、 $n \times s$ 画素から構成されている。赤色成分 R_1 は、 $r / n \times s / m$ 画素から構成されている。緑色成分 G_1 と青色成分 B_1 も、それぞれ $r / n \times s / m$ 画素から構成されている。実際には、 $r / n \times s / m$ ブロックから構成されているというのが正しい表現であるが、実質的には $n \times m$ 画素のデータが 1 画素分データになっており、各ブロックを代表する 1 つの値を算出して出力するため、ここでは、 $r / n \times s / m$ 画素という表現を用いている。

【0263】エレメント成分変換部 110 は、各画素毎に処理を行うものである。一方、ブロック成分変換部 120 は、ブロック毎に処理を行うものである。ブロック成分変換部 120 には、ブロックに含まれる画素の RGB 色成分の各成分の平均値、あるいは、基底周波数を求め、求めた平均値、あるいは、基底周波数を各ブロックの直流成分とする直流成分抽出部が存在する。エレメント成分変換部 110 は、画素単位に成分を抽出する交流成分抽出部 112 と、画素単位に色空間変換を行う色空間変換部 114 を有している。交流成分抽出部 112 は、画素毎に各画素の RGB 色成分の値と、その画素が属するブロックの直流成分との差を求めた差分を交流成分として出力する。色空間変換部 114 は、交流成分抽出部 112 から出力された交流成分を色空間変換する。このようにして、各画素毎の輝度成分 Y_1 を出力する。

【0264】図 5 8 は、前述した符号化装置の動作を示すフローチャートである。S110 において、RGB 色成分を入力する。S120 において、ブロック毎の色成分を求めている。また、S130 においては、画素単位の輝度成分を求めている。S122 においては、 $n \times m$ 画素の平均値、あるいは、基底周波数を算出する。S1

32 において、S122 で求めた平均値、あるいは、基底周波数と各画素との差分を算出する。S134 においては、差分を用いて画素単位の輝度成分 Y_1 を求める。S140 においては、 $n \times m$ 画素を 1 単位として輝度成分 Y_1 の離散コサイン変換を行う。S150 においては、複数ブロック（ $N \times M$ ブロック）を 1 つの単位として色成分 R_1 、 G_1 、 B_1 について、離散コサイン変換を行う。S160 においては、視覚特性に基づく量子化テーブルにより量子化を行う。なお、この際、量子化テーブルを減衰テーブルにより調整するようにしても構わない。減衰テーブルにより量子化テーブルを修正することにより、ブロック間に生ずる歪みをなくすことができる。

【0265】前述したように、この実施例においては、赤、緑、青の色成分を入力してエレメント毎の輝度成分 Y_1 とブロック毎の色成分 R_1 、 G_1 、 B_1 を出力する。エレメント毎の輝度成分 Y_1 は、前述した実施例 1 と同様のものであるが、前述した実施例 1 では色差成分であるのに対して、この実施例においては、色成分である点が異なっている。前述した実施例 1 のように色差成分を用いる場合には、符号化効率の点から有利である。従って、符号化したデータを蓄積する場合、あるいは、伝送する場合にデータ量がより削減でき、メモリの容量を節約したり、あるいは、伝送時間を短縮したりするという効果を有している。一方、この実施例のように色成分を出力する場合は、符号化効率の点から望ましくはないが、符号化されたデータを記憶しない場合、あるいは、伝送しない場合には、変換をする必要がなく、処理量が削減されており、高速処理を行うことができる。例えば、この画像符号化装置により符号化されたデータを直接表示装置やプリンタに出力する場合には、表示装置やプリンタが赤、緑、青の色成分を用いて動作するものであれば、この実施例に依り出力された色成分をそのまま用いることができるという利点を有する。

【0266】図 5 9 は、この実施例による変換部の他の例を示す図である。この例による変換部 100 b は、色空間変換部 114 b が直接三原色の RGB 色成分を入力する。そして、色空間変換部 114 b は、各画素毎に色空間変換を行い、輝度成分 Y_1 を出力する。一方、直流成分抽出部 122 は、この実施例 4 と同様な動作を行うものであり、ブロック毎の色成分 R_1 、 G_1 、 B_1 が出力される。

【0267】実施例 5、この実施例においては、前述した画像符号化装置及び画像復号化装置を用いたネットワークシステムについて説明する。

【0268】図 6 0 は、この実施例のネットワーク構成を示す図である。41 はサーバ、42 a ~ 42 c はクライアント、43 a ~ 43 b はプリンタ、44 a はファクシミリ、44 b はスキャナ、45 はキーボード、46 はマウス、47 はディスク装置である。一例として、クラ

クライアント 42 a の解像度は 300 dpi、クライアント 42 b は 600 dpi、クライアント 42 c は 150 dpi である。プリンタ 43 a の解像度は 1200 dpi、プリンタ 43 b は 800 dpi である。ファクシミリ 44 a は 600 dpi、スキャナ 44 b は 600 dpi である。

【0269】図 61 は、この実施例のネットワークのブロック図である。ローカルエリアネットワーク 40 a は、前述したような各種装置を接続している。また、ローカルエリアネットワーク 40 a と 40 c は、広域ネットワーク 40 b により互いに接続されている。サーバ 41 とクライアント 42 a、42 b には、符号化部及び復号化部が備えられている。符号化部は、前述した実施例の画像符号化装置と同様な機能を持つものである。また、復号化部は、前述した実施例の画像復号化装置と同様な機能を持つものである。ファクシミリ 44 a にも符号化部及び復号化部が備えられている。プリンタ 43 b には、復号化部だけが備えられている。プリンタ 43 b は、出力装置としてのみ機能するためである。スキャナ 44 b には、符号化部だけが備えられている。スキャナ 44 b は、入力装置としてのみ機能するからである。一方、プリンタ 43 a には、復号化部が備えられていない。その理由は、サーバ 41 が復号化部を備えており、プリンタ 43 a がサーバに直結されたプリンタだからである。また、サーバ 41 には、データベース 47 が備えられており、各クライアントや端末装置からのデータを記憶している。また、テレビ会議装置 48 a と 48 b が接続されている。テレビ会議装置内にも符号化部及び復号化部が備えられており、画像の入出力を行う。

【0270】このネットワークにおいて、特徴となるのは、画像データを前述した実施例のように各エレメント毎の輝度成分とブロック毎の色成分に符号化して蓄積、あるいは、伝送する点である。前述したように、画像データを構成することによりデータの圧縮率が非常に向上している。従って、ローカルエリアネットワーク 40 a、40 c 及び広域ネットワーク 40 b におけるデータの転送負荷が減少する。特に、テレビ会議装置やサーバクライアントシステムにおいては、ネットワークのデータ伝送による負荷が大きな問題となっているが、この発明による画像データの圧縮方法を用いることにより、これらネットワークのデータ伝送の負荷が著しく減少する。前述したように、この実施例で伝送及び蓄積される画像データは、人間の視覚特性に基づいて圧縮されたものであるから、圧縮率が高い場合であっても、自然画像を高品質に再現できる。

【0271】実施例 6. この実施例においては、ディザ法を用いて中間調を表示する画像出力装置について説明する。画像出力装置としては、前述したネットワークに用いられるプリンタ装置、テレビ会議装置、ファクシミリ装置、クライアントの表示装置等があげられる。この

実施例では、特にプリンタ装置のように 2 値でデータを出力する装置において、中間調を出力する場合について説明する。図 62 は、この実施例の画像出力装置の構成を示す図である。図において、70 は画像信号を入力する入力部、71 はエレメント毎の信号を入力して第 1 の階調領域を用いて中間調を表す第 1 の階調部、72 はブロック毎の色成分データを入力し、第 1 の階調領域よりも広い領域である第 2 の階調領域を用いて中間調を表す第 2 の階調部である。73 は第 1 の階調部 71 と第 2 の階調部 72 からの出力を用いて中間調を表示する出力部である。入力部 70 には、前述した実施例 1 の画像復号化装置と同じものが含まれている。即ち、エンコード部 500、逆量子化部 600、復号化部 700、逆変換部 800 d が備えられている。但し、前述した実施例 1 においては、逆変換部 800 d が RGB の色信号を出力する場合を示していたが、この実施例においては、図 63 示すように、逆変換部 800 d がエレメント毎の輝度成分 Y とブロック毎の色成分 R、G、B を出力している点が異なっている。

【0272】次に、図 64 を用いて第 1 の階調部 71 の動作について説明する。第 1 の階調部 71 は、エレメント毎の輝度成分 Y を入力する。このエレメント毎の輝度成分 Y は、この実施例においても 1 画素に相当している。従って、第 1 の階調部は、1 画素毎にその画素を印字すべきかを決定する。従って、図 64 に示すように、ある 1 つの画素を単位とする面積階調を行うことになる。この場合には、1 画素しか存在しないため、階調の種類は 0 か 1 の 2 種類である。第 1 の階調部は、各画素に対して 0 か 1 のいずれかの階調を決定する。

【0273】次に、図 65 を用いて第 2 の階調部 72 の動作について説明する。第 2 の階調部は、ブロック毎の色成分を入力する。ブロックのサイズは、4×4 画素である。従って、4×4=16 画素の面積を用いた中間調を表示することができる。図 65 は、4×4=16 画素の面積を用いた場合の階調を示す図である。階調のレベルは、4×4+1=17 階調持つことができる。第 2 の階調部 72 は、この 0 から 16 までの合計 17 階調までのいずれかの階調を用いることを決定する。第 2 の階調部 72 は、RGB の色成分それぞれについて 17 階調の内のいずれの階調を用いるかを決定して出力する。

【0274】出力部 73 は、第 1 の階調部により決定された画素毎の階調を用いて輝度を出力する。また、第 2 の階調部により決定された階調を用いて色を出力する。出力部 73 には、図 66 に示すように、輝度信号を出力する黒の印字部と RGB の色成分を、それぞれ印字する 3 つのカラー印字部が備わっている。従って、黒の印字部は、第 1 の階調部 71 からの出力を印字する。また、RGB の 3 つのカラー印字部は、第 2 の階調部から出力された RGB の色成分の出力を行う。もし、出力部に黒の印字部が存在しない場合には、RGB の 3 つのカラー

部の出力を重ね印字することにより、黒の印字を行うことができる。その場合には、出力部 7 3 は、第 1 の階調部からの出力と、第 2 の階調部からの出力を合成してから RGB の 3 つのカラー印字部へ信号を与えなければならない。

【0275】図 6 4 及び図 6 5 から明らかなように、輝度信号に対しては、1 画素の面積を用いて階調を表し、色信号に対しては 1 6 画素の面積を用いて階調を表している。人間の目の特性は、色成分に較べて輝度成分の方が解像度に対して敏感であるという性質を有している。従って、輝度成分に対しては、最も解像度の高い 1 画素単位の出力を行っており、色成分に対しては、 4×4 画素からなる解像度が低くなった出力を行っている。一方、人間の目の特性には、輝度の変化よりも、色の変化に対して敏感であるという特性がある。従って、色に対する階調をきめ細かく表示する必要がある。この実施例においては、輝度成分に対しては、1 画素からなる 2 階調を用いて表示し、色成分に対しては、 4×4 からなる 17 階調を用いた表示を行っている。従って、色成分に対する階調のレベルが高いことになり、人間の目の特性に合致していることになる。結果として、このような方法で印字された画像は階調性と解像度の両立した画像を生成することができる。

【0276】図 6 7 は、輝度成分に対する階調表示の他の例を示す図である。第 1 の階調部 7 1 は、1 画素毎に階調表示を行うばかりでなく、図 6 7 に示すように、 2×2 画素を用いて階調を表示するようにしても構わない。 2×2 画素を用いて階調表示を行う場合には、 $2 \times 2 + 1 = 5$ 階調の階調表示を行える。輝度成分に対しても、ある程度の階調を表示したい場合には、このように、 2×2 画素を用いて階調を表示するようにしても構わない。

【0277】図 6 8 は、更に第 1 の階調部 7 1 の他の階調表示例を示す図である。図 6 8 の (A) は、1 画素を用いた階調表示の場合を示している。図 6 8 の (B) は、 2×2 画素を用いた階調表示の場合を示している。前述したように、入力部には、画像復号化装置が含まれており、符号化データを復号化する際に、輝度成分の周波数成分を知ることができる。即ち、画像信号を復号する場合に超高域周波数成分を持つ画素であるか、あるいは、高域周波数成分を持つ画素であるかを知ることができる。そこで、超高域の周波数を持つ画素は、1 画素を用いた階調表示を行い、高域の周波数を持つ画素は、 2×2 画素を用いた階調表示を行うようにする。このように、第 1 の階調部 7 1 において、超高域の画素と高域の画素に分けて階調表示を行うことにより、超高域の周波数を持つ画素に対しては、高解像度の表示を行い、高域の周波数を持つ画素に対しては、ある程度階調表示を行った画像を生成することができる。

【0278】前述した図 6 2 に示す画像出力装置は、画

像復号化装置を入力部 7 0 に内蔵した構成をとるため、図 6 1 に示したネットワークに直結された装置となり得ることができる。例えば、プリンタ 4 3 b やフデクシミリ 4 4 a が図 6 2 に示す画像出力装置のよい例である。

【0279】図 6 9 は、この発明の画像出力装置の他の例を示す図である。図 6 9 においては、入力部 7 0 がエレメント毎の輝度成分データ Y とブロック毎の色成分データ R 、 G 、 B を入力して、それらをそのまま第 1 の階調部 7 1 と第 2 の階調部 7 2 に出力する例を示している。即ち、入力部 7 0 には、復号化する機能が存在していない。このように、図 6 9 に示すような構成をとる画像出力装置の一例として、例えば、図 6 1 に示したプリンタ 4 3 a がある。プリンタ 4 3 a は、サーバ 4 1 に直結されたプリンタである。サーバ 4 1 には、復号化部を有しているため、このサーバ 4 1 の復号化部により復号されたエレメント毎の輝度成分データ Y と、ブロック毎の色成分データ R 、 G 、 B を直接プリンタ 4 3 a に供給することにより、プリンタ 4 3 a は、図 6 9 に示すような構成をとることができる。

【0280】図 7 0 は、この発明の画像出力装置の他の例を示す図である。図 7 0 に示す入力部 7 0 には、色空間変換部 7 0 a が存在している。色空間変換部 7 0 a は、ブロック毎の輝度成分 Y と色差成分 U 、 V をブロック毎の色成分 R 、 G 、 B に変換するものである。このように、入力部が色空間変換部を備えることにより、色空間が異なる信号を入力した場合でも、出力部が画像出力のために用いる色空間に変換できるので、支障なく画像出力を行える。

【0281】図 7 1 は、図 6 2 に示した逆変換部の他の例を示す図である。図 7 1 に示す逆変換部 8 0 0 e は、割り当て部 8 1 0 と色空間変換部 8 5 2 を備えている。割り当て部 8 1 0 は、ブロック単位の輝度成分 Y と色差成分 U 、 V を各画素に割り当てるものである。この割り当て部 8 1 0 は、実施例 1 に示した割り当て部 8 1 0 と同様の動作をするものである。例えば、1 ブロックが 4×4 の画素で構成されている場合には、1 つの値が 16 の画素に割り当てられることになる。従って、1 つのブロック内の 16 の画素は、同一の画素値を持つ。色空間変換部 8 5 2 は、割り当て部 8 1 0 により各画素毎に割り当てられた値を用いて、エレメント単位の色空間変換を行う。結果として、各画素毎の色成分 R 、 G 、 B が出力される。第 1 の階調部 7 1 は、輝度成分 Y を前述したように 1 画素、あるいは、 2×2 画素を用いて階調表示を行う。また、第 2 の階調部 7 2 は、各画素毎の色成分 R 、 G 、 B を入力して任意のサイズを持つマトリクスで階調表示を行う。例えば、 2×3 画素、あるいは、 3×3 画素、あるいは、 4×4 画素、あるいは、 6×6 画素等の任意のサイズのマトリクスを用いて、ディザ法にのっとり階調表示を行う。この場合に用いるマトリクスのサイズは、前述した符号化、復号化

に用いたマトリクスのサイズとは、独立別個に定めることができる。そして、この場合でも色表示用のマトリクスは、輝度を表示する場合のマトリクスに較べて大きなサイズを持っている。こうすることにより、輝度に対しては、高解像度を保つとともに、色に対しては階調を深く表示することができる。こうして、人間の目の視覚特性にマッチした画像表示を行うことができる。

【0282】前述した例においては、ディザ法を用いて面積階調を行う場合について説明したが、図7-2及び図7-3を用いて誤差拡散法により階調表示を行う場合について説明する。誤差拡散法は、ある画素を表示する場合に生じた誤差を以後の複数の画素へ拡散する方法である。例えば、図7-2に示すように、今、注目する画素が画素Xであるとすると、画素Xを表示する場合に生じた誤差を画素A、B、C、Dに振り分けてしまうことを意味する。例えば、画素Xに生じた誤差Eを画素A、B、C、Dに、ある重み付けを持って振り分ける場合を例にして説明する。画素Xの値をもともとGとし、画素Xを表示する値をPとした場合、画素Xを表示する場合に生じる誤差Eは、 $E = G - P$ で表現される。この誤差Eに対して、例えば、1/6分の7をかけたものを画素Aに割り振り、誤差Eに対して1/6分の1をかけたものを画素Bに割り振り、誤差Eに対して1/6分の5をかけたものを画素Cに割り振り、誤差Eに対して1/6分の3をかけたものを画素Dに割り振る。

【0283】 $E = G - P$ より、 $E \times 7 / 16 \rightarrow A$ 、 $E \times 1 / 16 \rightarrow B$ 、 $E \times 5 / 16 \rightarrow C$ 、 $E \times 3 / 16 \rightarrow D$

【0284】画素Aを表示する場合には、画素Xから振り分けられた誤差 $E \times 7 / 16$ 分の7とその他の画素からもらった誤差と、本来自分が持っている値を加算することにより、画素Aの持つ値を算出し、この算出から画素Aを表示する値を決定する。この画素Aから生じた値は、更に、他の画素に振り分けられる。このように、誤差拡散法は、1つの画素を表示する場合に生じた誤差を、複数の画素に割り当ててしまう方法である。この割り当て先の画素数を変えることにより、階調表示のレベルの深さが変化する。図7-2に示す場合は、画素Xの誤差を4つの画素AからDに割り振る場合を示している。図7-3に示す場合は、画素Xの誤差を画素AからJまでの10個の画素に割り振る場合を示している。この実施例においては、第1の階調部7-1が輝度成分を表示する場合に、図7-2に示すような拡散を行い、第2の階調部7-2が色成分を表示する場合に、図7-3に示すような拡散を行うようにする。従って、画素Xの輝度成分Y₁を表示する場合に生じた誤差は、他の4つの画素に対して割り振られる。一方、各色成分を表示する場合に生じた誤差は、10個の画素に割り振られることになる。このよう

に、誤差を拡散する画素数を変化させることがこの例の特徴である。図7-2に示すように、拡散する画素数が少ない場合には、高解像度を保つことができるが、階調を深く表すことはできない。一方、図7-3に示す場合には、解像度は犠牲になるが、階調のレベルを深く表示することができる。

【0285】図7-4及び図7-5は、誤差拡散法を用いる場合の他の例を示す図である。図7-4及び図7-5に示す例は、図6-3に示すように、逆変換部800dからエレメント毎の輝度成分Y₁とブロック毎の色成分を入力する場合の誤差拡散法を示している。図7-4に示す場合は、前述した図7-2と同様にエレメント毎の輝度成分Y₁を入力し、4つの画素に対して誤差を拡散する場合を示している。一方、図7-5の場合は、第2の階調部7-2に対する入力がブロック毎の色成分であるため、このブロック単位に誤差拡散を行う場合を示している。図7-5に示す場合は、1ブロックが4×4画素から構成されている。従って、1ブロックを表示する場合には、 $4 \times 4 + 1 = 17$ 階調を表示することができる。図7-6は、ブロックの値と階調番号の関係を示す図である。ブロックの値が例えば0から255の値をとり得る場合には、この値を16等分し（ブロックの値が0の場合にのみ階調番号0を用いることにし、その他の場合は、16通りに均等配分するものとしている）、1つの階調番号に対して、16単位のブロック値を割り当てることができる。例えば、ブロック値が1から15までは階調番号1のパターンを用い、ブロック値が16から31の場合は、階調番号2のパターンを用いるようにする。この階調番号に対応するパターンは、前述した図6-5に示すようなものを用いる。即ち、ディザ法により作られたパターンを用いるものとする。もし、図7-5に示すブロックXの値が51である場合には、階調番号4のパターンを用いてブロックXを表示する。この画素Xと用いたパターンの差は、 $63 - 51 = 12$ となり、ブロックXにおける誤差=12となる。この誤差12は、図7-5に示すように、ブロックAからJまでの各ブロックに拡散される。このように、この実施例では、各ブロックがすでに4×4の画素で構成されているため、1つのブロックを表示する場合にはディザ法を用い、そのブロックをディザ法を用いて表示する場合に、生じた誤差をまわりのブロックに拡散してしまうという誤差拡散法を利用している。ディザ法と誤差拡散法を利用することにより、第2の階調部は、ブロック単位の色信号を入力する場合でも、階調表示を行うことができる。

【0286】前述した実施例においては、輝度を表示する黒印字部及びカラーを印字するカラー印字部が、それぞれ2値を印刷するような場合を前提にして説明してきたが、各印字部において階調を表示できるような構成とする例が紹介されている。例えば、図7-7、7-8、7-9、8-0は、特開昭61-54943号公報の「インク

ジェット記録装置」に示された階調表現ができるインクジェットプリンタを示す図である。

【0287】以下、図77～図80を用いて説明する。図77は、インクジェットヘッドの説明図、図78は、図77のインクジェットヘッドのインク噴射単位を示す説明図であり、81はインク供給系、82は可撓壁、83は圧力室、84は圧力素子、85はノズル、86はヘッド、87は圧電素子、駆動信号、88はインク噴射単位である。インク供給系81には、それぞれ濃度比が、 $1:2:2^2:\dots:2^{n-1}$ と2進の関係にあるn種類のインクを用いている。

【0288】次に、階調表現法について説明する。今、濃度比が $1:2:4$ の関係にある3種類のインクを用いて記録する場合を考える。実施例で使用する3種類のインクは、それぞれ同一量（1単位と表すことにする）で、 $1:2:4$ の濃度比になるように調合されていると仮定する。図79に階調記録原理を示す。記録濃度が1の時には、濃度1のインクを1単位記録する。記録濃度が2の時には、濃度2のインクを1単位記録する。記録濃度が3の時には、濃度1と濃度2のインクをそれぞれ1単位、合計で2単位記録する。以下、図に示すように、3種類のインクを選択的に記録していくことにより、濃度7まで記録することができる。ここで0から7までの濃度を記録する場合に、3種類のインクは多くともそれぞれ1単位しか記録していないことに注意したい。即ち、1本のノズル85は1画素につき、最小インク量の1単位しか噴射する必要はない。一方、濃度1のインクを噴射するノズル1本だけで全ての濃度を記録する従来法では、高濃度になればなる程多量のインクを連続的に噴射することが必要になる。この場合、ノズルの負担が大きくなるとともに、記録時間が長くなる。これに比して、図76の場合では、各ノズル85はせいぜい1単位しか記録しないで済むので、負担が軽くなるとともに、高速記録にも適している。

【0289】前述した場合は、モノクロ記録の場合であるが、この方式は、カラー多階調記録、あるいは、フルカラー記録に使用することができる。図80は、カラー記録のできる一実施例である。この場合、インクはイエロー、マゼンダ、シアンの三原色を用いて、それぞれの色について濃度比が、 $1:2:4$ の関係にあるものを使用する。また、カラー記録では、黒インクを使用する場合がある。一般に、各色の濃度比が、 $1:2:\dots:2^{n-1}$ のn種類のインクを使用する場合では、インク噴射単位8を3n組（三原色の時）又は4n組（三原色+黒の時）並置した構成にすればよい。

【0290】前述した例においては、濃度比が $1:2:4$ の関係にある3種のインクを用いて7階調を表示する場合について説明した。2値の印字ができる場合に256階調を表示する場合には、図81に示すように、16画素×16画素の面積を必要とする。一方、前述したよ

うに、1画素で7階調表示できる場合には、256階調を表示するために、 $256 \div 7 \approx 37$ 階調となり、面積階調により37階調が表示できるようになればよい。図82に示すように、37階調を表示するためには、 6×6 画素の面積があればよい。このように、印字部において、1画素につき7階調を表示できるものがあれば、従来は 1.6×1.6 で256階調を表示していたものが、 6×6 画素で256階調を表示することが可能となる。従って、256階調を保ちながら解像度の高い画像を得ることが可能になる。前述した第1の階調部から2階調を持つ輝度成分を出力し、黒印字部として前述したように、1画素毎に2値の印字を行うものを用いて第2の階調部から出力される色成分に対しては、図80に示したような3色の色が表示でき、かつ、7階調が表示できる印字部を用いるようにすれば、カラーの表示に対して256階調を表示できるとともに、以前よりも高解像度の画像を得ることができる。即ち、以前のものが 1.6×1.6 画素で表示していたのに対し、図80に示すインクジェットプリンタを用いる場合には、 6×6 画素ですむために解像度が縦方向あるいは横方向に対して $1.6 \div 6 \approx 2.4$ 倍向上したことになる。

【0291】また、誤差拡散法を用いる場合にも、図80に示すようなインクジェットプリンタを用いる場合には、誤差を拡散する画素数を減少させることが可能である。従って、階調のレベルを保ちながら、高解像度の画像を生成することができる。

【0292】

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、エレメント単位の色差成分を無視することにより、効率よい画像符号化が行える。

【0293】また、この発明によれば、ブロック毎の色空間変換とエレメント毎の色空間変換を別々に行い、ブロック毎の色空間変換においては、輝度成分と色差成分を求め、エレメント毎の色空間変換は、輝度成分のみを求めるようにしたので、効率よい符号化が行われる。

【0294】また、この発明によれば、直流成分抽出部により直流成分を抽出するようにしたので、この直流成分を用いてブロック毎の処理を容易に行える。

【0295】また、この発明によれば、前述した直流成分を用いて交流成分を求めるようにしたので、交流成分の情報量が圧縮できる。

【0296】また、この発明によれば、直流成分を複数ブロックまとめて変換符号化するので、符号化部における符号化負荷を大幅に減少させることができる。

【0297】また、この発明によれば、1画素を1エレメントとし、画素毎の処理を行える。

【0298】また、この発明によれば、静止画を取り扱うことができる。

【0299】また、この発明によれば、動画を静止画と同様な方式により取り扱うことができる。

【0300】また、この発明によれば、ブロックのサイズを2のべき乗とすることにより、効率よい符号化が行える。

【0301】また、ブロックのサイズを4×4画素とすることにより、人間の視覚特性に基づいたデータの圧縮を行える。

【0302】また、この発明によれば、直交変換を用いているので、冗長性を除いた画像圧縮を行える。

【0303】更に、その直交変換の中で離散コサイン変換を用いて効率よい画像圧縮を行える。

【0304】更に、離散コサイン変換のための単位は、2のべき乗とすることにより、効率よい変換符号化が行える。

【0305】また、そのサイズを4×4とすることにより、離散コサイン変換を高速に行える。

【0306】また、人間の視覚特性に基づいた量子化テーブルを用いているので、量子化する場合にも最適な量子化が行える。

【0307】また、量子化テーブルを調整することにより、ブロック間の歪みを除去することができる。

【0308】また、この発明における画像符号化装置によれば、エレメント毎の輝度成分データとブロック毎の輝度成分データと色差成分データから、画像を復元することができる。

【0309】また、この発明によれば、エレメント毎の輝度成分データがブロック毎の輝度成分データと加算されることにより、エレメント毎の輝度成分データを復元することができる。

【0310】また、この発明によれば、ブロック毎のデータを各エレメント毎のデータに割り振るといった簡単な処理により、各エレメント毎の色成分データを求めることができる。

【0311】また、この発明における画像処理装置によれば、高解像度の色差成分データを用いることなく、画像を保持することができる。

【0312】また、この発明によれば、低解像度のデータを高解像度のデータの1/3～1/5にすることができる。静止画のように2次元を取り扱う場合は、1/9～1/25のデータ量に圧縮することができる。

【0313】データ処理の点から2のべき乗倍であることが望ましく、解像度の差を1/4倍にすることにより、人間の視覚特性にマッチした処理速度の早い画像処理装置を得ることができる。

【0314】また、この発明によれば、動画を扱う場合でも時間軸方向に1/3～1/5倍にデータを圧縮することができる。

【0315】また、この画像データの保持方式は、各種の画像処理装置に適用することができる。

【0316】この発明における画像符号化方法は、高解像度の輝度成分と低解像度の輝度成分と色差成分を出力

することにより、画像データを圧縮する。

【0317】また、この発明によれば、低解像度の色成分を直流成分として抽出することにより、直流成分を用いて色空間変換を行う。また、直流成分と交流成分との差分を取ることで、交流成分の情報量を圧縮することができる。

【0318】更に、この発明における画像符号化方法によれば、複数のブロックをまとめて変換符号化することにより、変換符号化効率が向上する。

【0319】更に、この発明における画像符号化方法によれば、人間の視覚特性に基づいた効率よい量子化が行える。

【0320】また、この発明における画像符号化方法によれば、ブロック間の歪みを最小限にすることができる。

【0321】また、この発明における画像符号化方法によれば、高解像度の色差成分を用いることなく画像を復元することができる。

【0322】また、この発明によれば、高解像度の輝度成分と低解像度の輝度成分を加算して、高解像度の輝度成分を復元することができる。

【0323】また、この発明によれば、エレメント単位の色成分を無視することにより、効率よい画像符号化が行える。

【0324】また、この発明によれば、ブロック毎の処理とエレメント毎の処理を別々に行い、ブロック毎の処理においては、色成分を求め、エレメント毎の処理において、輝度成分のみを求めるようにしたので、効率よい符号化が行われる。

【0325】また、この発明によれば、直流成分抽出部により直流成分を抽出するようにしたので、この直流成分を用いてブロック毎の処理を容易に行える。

【0326】また、この発明によれば、前述した直流成分を用いて交流成分を求めるようにしたので、交流成分の情報量が圧縮できる。

【0327】また、この発明によれば、直流成分を複数ブロックまとめて変換符号化するので、符号化部における符号化負荷を大幅に減少させることができる。

【0328】また、この発明の画像出力装置によれば、人間の視覚特性に基づいて、輝度成分と色成分の解像度と階調レベルを変えているので、圧縮されたデータであるにもかかわらずオリジナルの画像を十分に再現することができる。

【0329】また、この発明によれば、ブロック毎の赤、緑、青の色成分を用いて、画像を効率よく再現することができる。

【0330】また、この発明によれば、色空間変換部を備えているので、異なる色空間によるデータを入力する場合でも、色空間変換を行って画像を出力することができる。

【0331】また、この発明によれば、符号化されたデータを入力する場合でも、復号化することにより画像を出力することができる。

【0332】また、この発明によれば、輝度データに対して1画素の階調領域を割り当てているので、最も解像度の高い画像を得られる。

【0333】また、この発明によれば、輝度データに対して2×2画素の領域を割り当てているので、高い解像度を保ちながら、階調を表示することができる。

【0334】また、この発明によれば、色成分データに対して4×4画素の領域を割り当てているので、解像度よりも中間調の表現を重視した画像を得ることができる。

【0335】また、この発明によれば、既存の2値化手法を用いて画像を出力するので、2値を出力できる出力装置であればこの発明の手法を用いた画像を出力することができる。

【0336】また、この発明によれば、ディザ法を用いているので、異なるサイズのマトリクスを用いて輝度成分と色成分を表示することができる。

【0337】また、この発明によれば、誤差拡散法を用いているので、拡散する相手先の数を変えることにより、輝度成分と色成分を表現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の符号化装置及び復号化装置のブロック図である。

【図2】 この発明の入力データを示す図である。

【図3】 この発明の変換部を示すブロック図である。

【図4】 この発明の変換部の出力データを示す図である。

【図5】 この発明の直流成分抽出部の動作を説明する図である。

【図6】 この発明の直流成分抽出部が抽出した直流成分を示す図である。

【図7】 この発明の交流成分抽出部の出力データを示す図である。

【図8】 この発明のブロック単位の色空間変換を示す図である。

【図9】 この発明のブロック単位の色空間変換を示す図である。

【図10】 この発明のブロック単位の色空間変換を示す図である。

【図11】 この発明のブロック単位の色空間変換部の出力を示す図である。

【図12】 この発明のエレメント単位の色空間変換を示す図である。

【図13】 この発明のエレメント単位の輝度成分を示す図である。

【図14】 この発明の符号化部の符号化のブロック単位を示す図である。

【図15】 この発明の離散コサイン変換の各種アルゴリズムの計算回数を示す図である。

【図16】 この発明の量子化テーブルを示す図である。

【図17】 この発明の減衰テーブルを示す図である。

【図18】 この発明の符号化装置の動作を示すフローチャート図である。

【図19】 この発明の逆変換部を示すブロック図である。

【図20】 この発明の割り当て部の動作を示す図である。

【図21】 この発明の逆変換部の加算部の動作を示す図である。

【図22】 この発明の逆変換部における色空間変換の動作を示す図である。

【図23】 この発明の逆変換部における色空間変換の動作を示す図である。

【図24】 この発明の逆変換部における色空間変換の動作を示す図である。

【図25】 この発明の復号化装置の動作を示すフローチャート図である。

【図26】 この発明の動画データを示す図である。

【図27】 この発明の静止画を処理する場合のブロック図である。

【図28】 この発明の動画を処理する場合のブロック図である。

【図29】 この発明の静止画を処理場合の入出力データを示す図である。

【図30】 この発明の動画を処理場合の入出力データを示す図である。

【図31】 この発明の動画を処理場合の変換部を示すブロック図である。

【図32】 この発明の動画を処理場合の直流成分抽出部の動作を説明する図である。

【図33】 この発明の動画を処理場合の直流成分抽出部の出力を示す図である。

【図34】 この発明の動画を処理場合の交流成分抽出部の出力を示す図である。

【図35】 この発明の動画を処理場合のブロック単位の色空間変換を示す図である。

【図36】 この発明の動画を処理場合のブロック単位の色空間変換を示す図である。

【図37】 この発明の動画を処理場合のブロック単位の色空間変換を示す図である。

【図38】 この発明の動画を処理場合の色空間変換部の出力を示す図である。

【図39】 この発明の動画を処理場合のエレメント単位の色空間変換を示す図である。

【図40】 この発明の動画を処理場合のエレメント単位の輝度成分の出力を示す図である。

【図 4 1】 この発明の静止画を処理する場合の 2 次元離散コサイン変換を示す図である。

【図 4 2】 この発明の動画を処理する場合の 3 次元離散コサイン変換を示す図である。

【図 4 3】 この発明の動画を処理する場合の逆変換部を示すブロック図である。

【図 4 4】 この発明の動画を処理する場合の割り当て部の動作を示す図である。

【図 4 5】 この発明の動画を処理する場合の加算部の動作を示す図である。 10

【図 4 6】 この発明の動画を処理する場合の逆変換部における色空間変換を示す図である。

【図 4 7】 この発明の動画を処理する場合の逆変換部における色空間変換を示す図である。

【図 4 8】 この発明の動画を処理する場合の逆変換部における色空間変換を示す図である。

【図 4 9】 この発明の他の実施例における変換部を示すブロック図である。

【図 5 0】 この発明の実施例 1 による方式の評価を行うソフトウェアのブロック図である。 20

【図 5 1】 J P E G 方式の評価を行うソフトウェアのブロック図である。

【図 5 2】 J P E G 方式が用いる量子化テーブルを示す図である。

【図 5 3】 この発明の実施例 1 による方式と J P E G による方式の色空間変換のための計算回数を比較する図である。

【図 5 4】 この発明の実施例 1 による方式と J P E G による方式の離散コサイン変換のための計算回数を比較する図である。 30

【図 5 5】 この発明の実施例 1 による方式と J P E G による方式の量子化のための計算回数を比較する図である。

【図 5 6】 この発明の変換部の他の実施例を示す図である。

【図 5 7】 この発明の変換部の出力データを示す図である。

【図 5 8】 この発明の符号化装置の動作を示すフローチャート図である。

【図 5 9】 この発明の変換部の他の構成を示す図である。 40

【図 6 0】 この発明のネットワークシステムを示す図である。

【図 6 1】 この発明のネットワーク構成を示すブロック図である。

【図 6 2】 この発明の画像出力装置を示す図である。

【図 6 3】 この発明の画像出力装置の逆変換部を示す図である。

【図 6 4】 この発明の第 1 の階調部を説明する図である。

【図 6 5】 この発明の第 2 の階調部を説明する図である。

【図 6 6】 この発明の画像出力装置の出力部を説明する図である。

【図 6 7】 この発明の第 1 の階調部を説明する図である。

【図 6 8】 この発明の第 1 の階調部を説明する図である。

【図 6 9】 この発明の画像出力装置の他の例を示す図である。

【図 7 0】 この発明の画像出力装置の他の例を示す図である。

【図 7 1】 この発明の画像出力装置の逆変換部の他の構成を示す図である。

【図 7 2】 この発明の画像出力装置の第 1 の階調部が誤差拡散法を用いる場合を説明する図である。

【図 7 3】 この発明の画像出力装置の第 2 の階調部が誤差拡散法を用いる場合を説明する図である。

【図 7 4】 この発明の画像出力装置の第 1 の階調部が誤差拡散法を用いる場合を説明する図である。

【図 7 5】 この発明の画像出力装置の第 2 の階調部が誤差拡散法を用いる場合を説明する図である。

【図 7 6】 この発明のログ値と階調番号の関係を示す図である。

【図 7 7】 この発明の画像出力装置に用いるインクジェットヘッドの説明図である。

【図 7 8】 この発明の画像出力装置に用いるインクジェットヘッドのインク噴射単位を示す図である。

【図 7 9】 この発明の画像出力装置に用いるインクジェットヘッドを使用した時の記録原理説明図である。

【図 8 0】 この発明の画像出力装置に用いる多階調カラー記録用インクジェットヘッドを示す図である。

【図 8 1】 この発明の 2 5 6 階調を表示するためのマトリクスを示す図である。

【図 8 2】 この発明の 2 5 6 階調を表示するためのサイズが減少したマトリクスを示す図である。

【図 8 3】 従来から報告されている画像の見易さを決定する要因を示す図である。

【図 8 4】 従来から報告されている視覚の空間周波数特性を示す図である。

【図 8 5】 従来から報告されている視覚の時空間周波数特性を示す図である。

【図 8 6】 従来の各種の符号化方式を示す図である。

【図 8 7】 従来の動画を処理する符号化装置を示す図である。

【図 8 8】 従来のコンポーネント画像信号の符号化方式の一例を示す図である。

【図 8 9】 従来のコンポーネント画像信号の符号化方式の一例を示す図である。

50 【図 9 0】 従来のコンポーネント画像信号の符号化方

式の一例を示す図である。

【図 9 1】 従来の符号化方式の各種パラメータを示す図である。

【図 9 2】 従来の HDTV 方式の各種パラメータを示す図である。

【図 9 3】 従来のコンポーネント画像信号の信号処理ブロックを示す図である。

【図 9 4】 従来の「4 : 2 : 2 符号化方式」のデータ構成を示す図である。

【図 9 5】 従来の「4 : 2 : 0 符号化方式」によるデータ構成を示す図である。

【図 9 6】 従来の離散コサイン変換のブロック単位を示す図である。

【図 9 7】 従来の離散コサイン変換のブロック単位を示す図である。

【図 9 8】 従来の動画を処理する符号化装置を示す図である。

【図 9 9】 従来の 3 次元直交変換を用いた符号化装置を示す図である。

【図 1 0 0】 従来の輝度成分のサブバンド分割を示す図である。

【図 1 0 1】 従来の色差成分のサブバンド分割を示す図である。

【図 1 0 2】 従来の 2 値化手法を示す図である。

【図 1 0 3】 従来のディザ法を用いた階調表現を示す図である。

【図 1 0 4】 従来の直接濃度法を用いた場合の階調表現を示す図である。

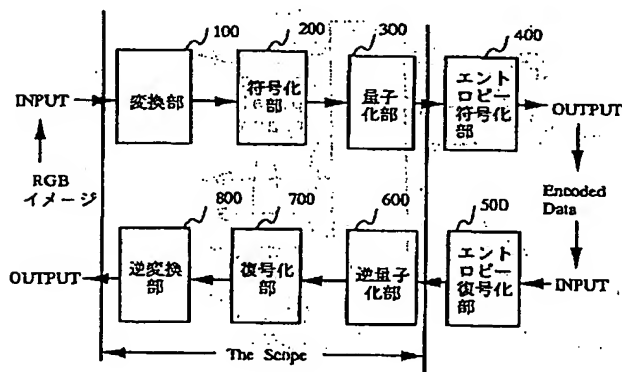
【図 1 0 5】 従来の階調表示を行うための印画装置を示す図である。

【図 1 0 6】 従来の擬似階調法を用いて多階調化する場合を示す図である。

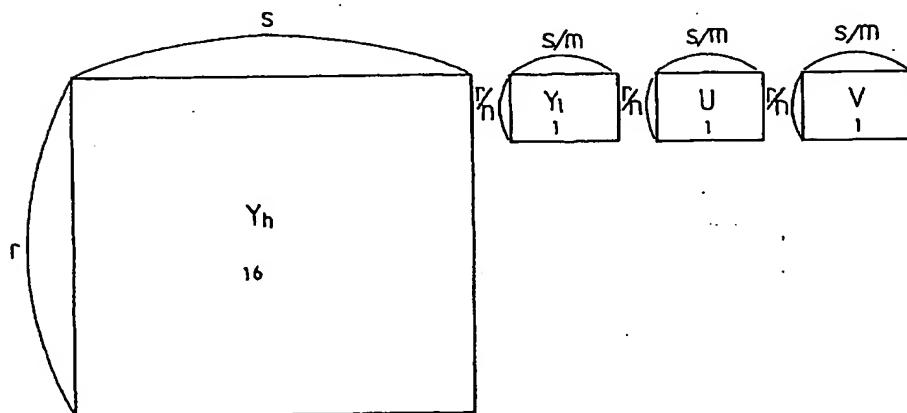
【符号の説明】

1 0 0 変換部、1 1 0 エレメント成分変換部、1 1 2 交流成分抽出部、1 1 4 色空間変換部、1 2 0 ブロック成分変換部、1 2 2 直流成分抽出部、1 2 4 色空間変換部、2 0 0 符号化部、3 0 0 量子化部、4 0 0 エントロピー符号化部、5 0 0 エントロピー復号化部、6 0 0 逆量子化部、7 0 0 復号化部、8 0 0 逆変換部、8 1 0 割り当て部、8 2 0 加算部、8 3 0 色空間変換部。

【図 1】



【図 4】



【図 5】

$$R(x,y) = \begin{pmatrix} 5 & 4 & 90 & 115 \\ 11 & 30 & 200 & 120 \\ 23 & 35 & 210 & 30 \\ 11 & 25 & 30 & 70 \end{pmatrix}$$

$n=4$
 $m=4$

【図 7】

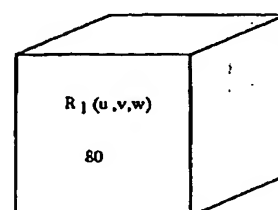
$$R_h(x,y) = \begin{pmatrix} -58 & -59 & 27 & 52 \\ -52 & -33 & 137 & 57 \\ -40 & -28 & 147 & -33 \\ -52 & -38 & -33 & 7 \end{pmatrix}$$

【図 6】

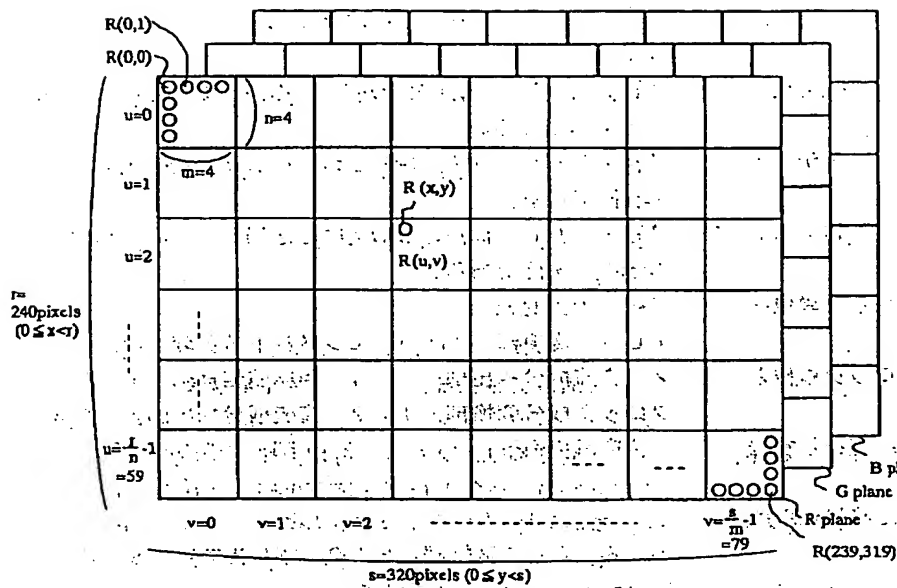
$$R_1(u,v) = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0.75 & 0.75 \\ 1 & 1 & 0.75 & 0.5 \end{pmatrix}$$

63

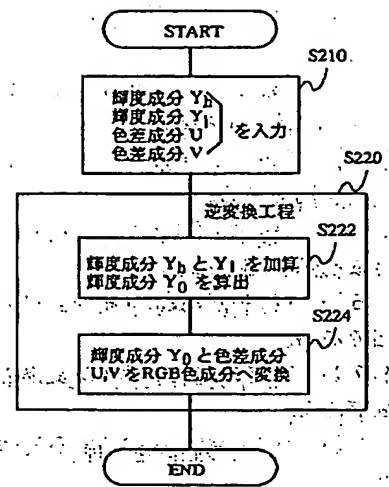
【図 3 3】



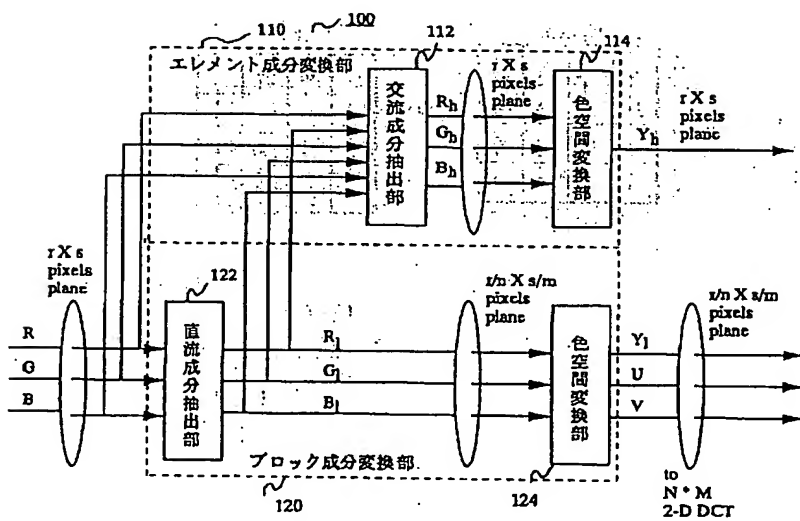
【図 2】



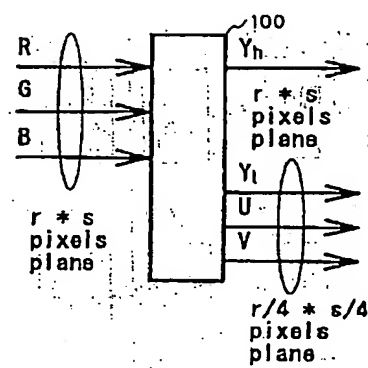
【図 25】



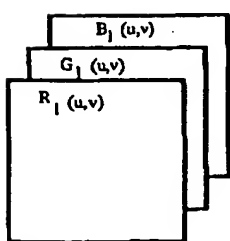
【図 3】



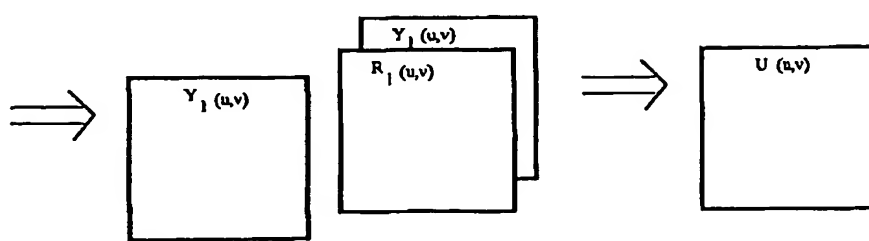
【図 29】



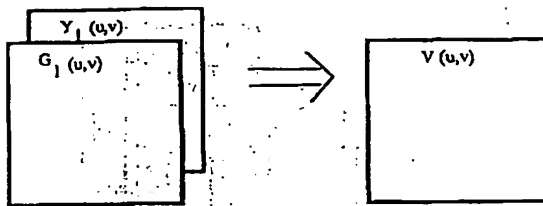
【図 8】



【図 9】



【図 10】

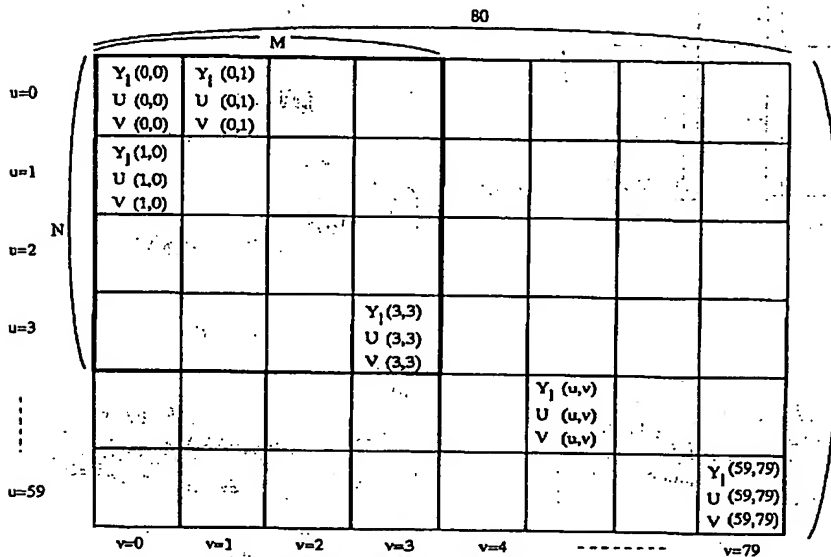


【図 16】

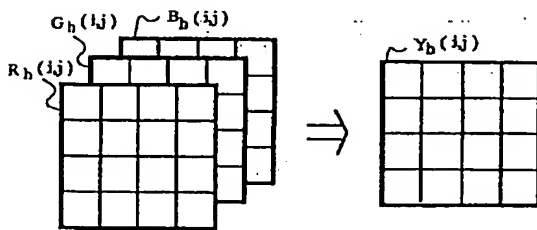
$$\begin{bmatrix} 24 & 24 & 24 & 24 \\ 24 & 24 & 24 & 24 \\ 24 & 24 & 53 & 53 \\ 24 & 34 & 53 & 108 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 4 & 4 & 4 & 4 \\ 4 & 4 & 4 & 4 \\ 4 & 4 & 4 & 4 \\ 4 & 4 & 4 & 4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 4 & 4 & 4 & 4 \\ 4 & 7 & 7 & 7 \\ 4 & 7 & 15 & 15 \\ 4 & 7 & 15 & 15 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 4 & 4 & 4 & 4 \\ 4 & 14 & 14 & 14 \\ 4 & 14 & 49 & 49 \\ 4 & 14 & 49 & 99 \end{bmatrix}$$

$Y_1 \quad Y_2 \quad U \quad V$

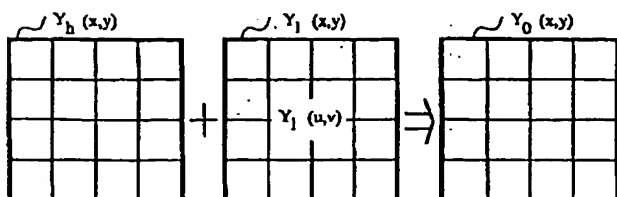
【図 11】



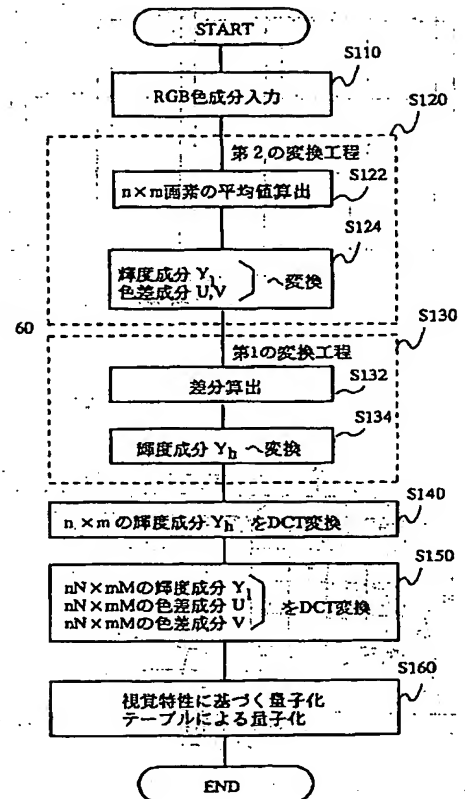
【図 12】



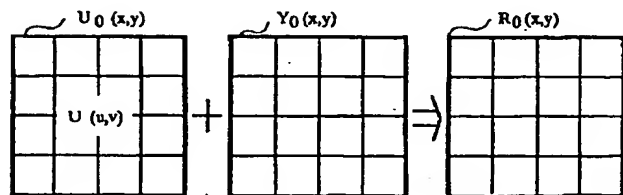
【図 21】



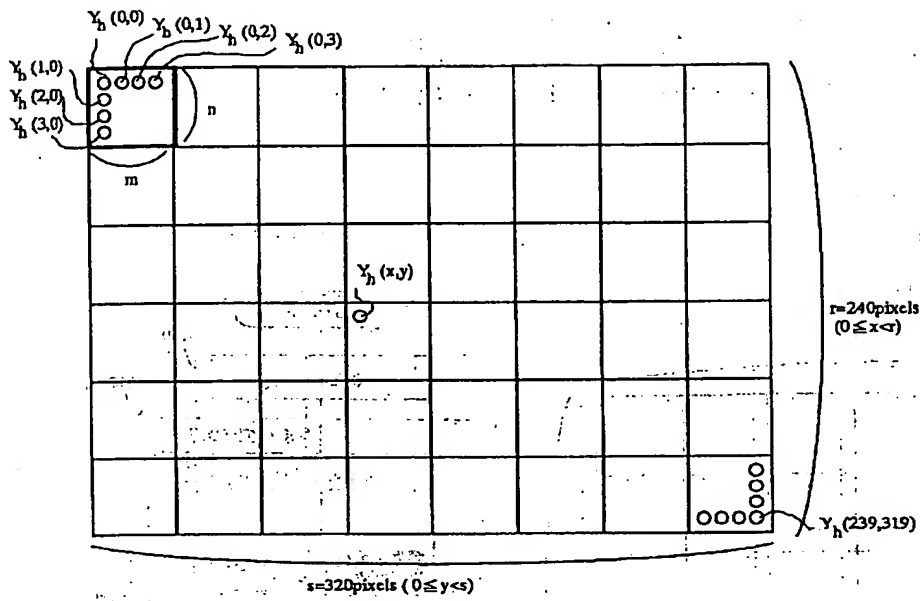
【図 18】



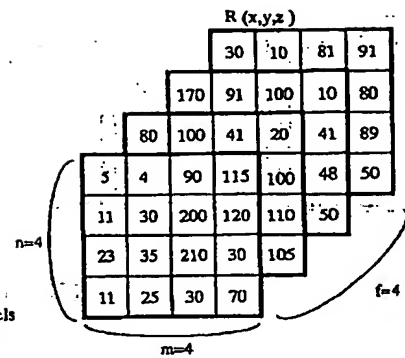
【図 22】



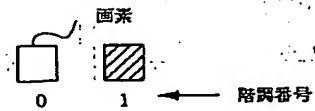
【図 1 3】



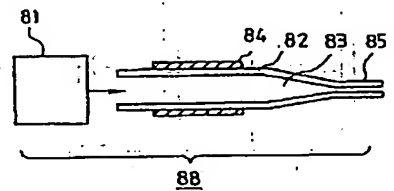
【図 3.2】



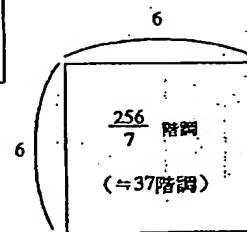
【図 6.4】



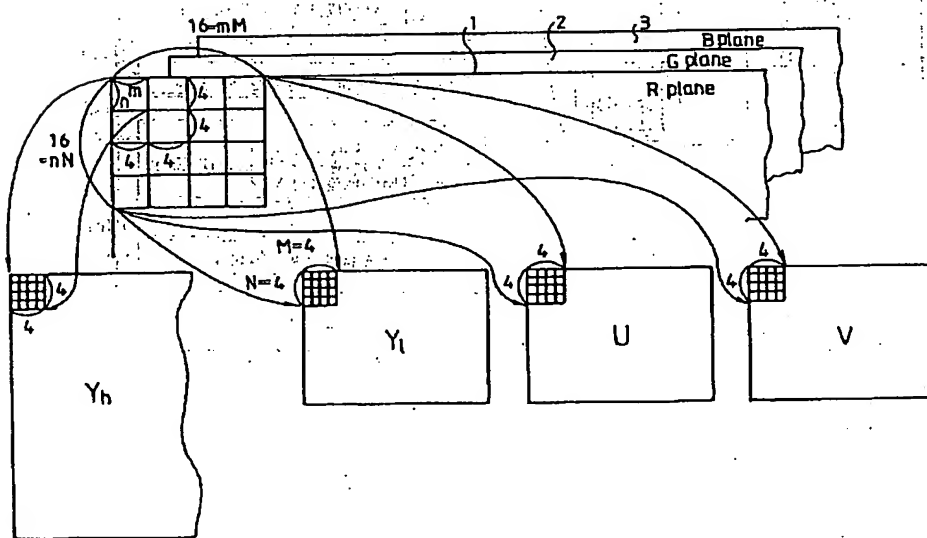
【図 7 8】



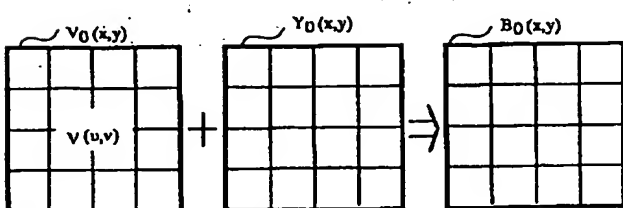
【図 8 2】



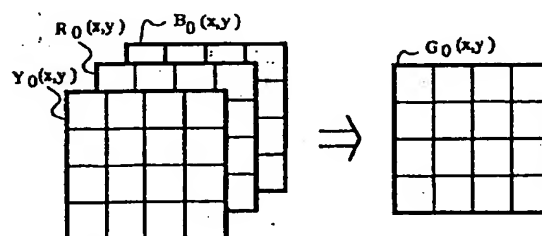
【図 1 4】



【図 2 3】



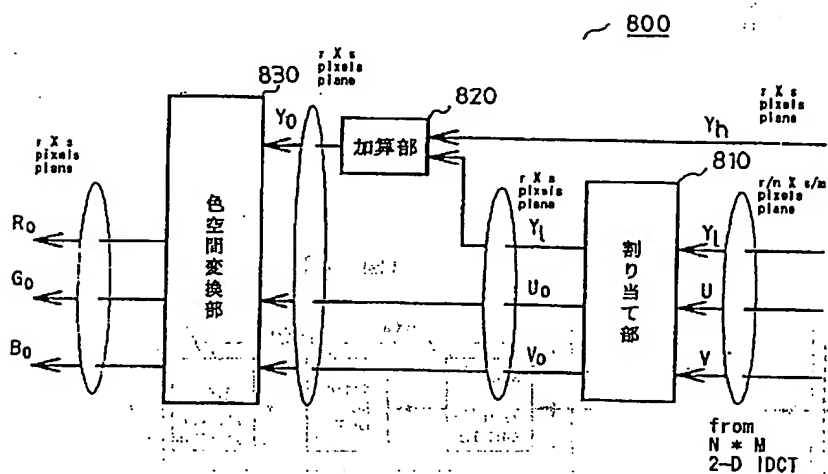
【図 2 4】



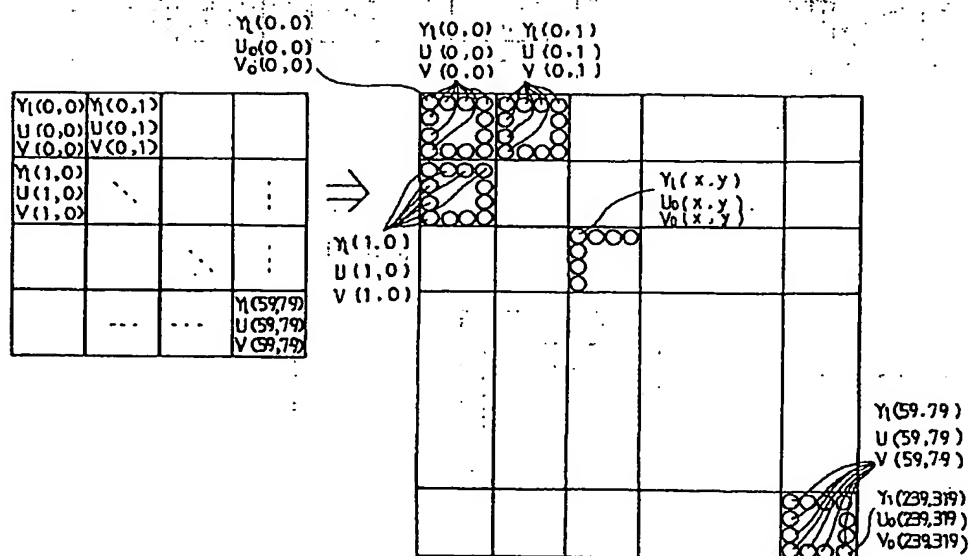
【図 15】

Method	Times of multiplication	Times of addition
Direct computation	N^3	N^3
Row-column decomposition (ID direct computation)	$2N^3$	$2N^3$
Row-column decomposition (DCT utilizing 1D FFT)	$\frac{N^2}{2} \log_2 N$	$3N^2 \log_2 N + N^3 - 2N$
DCT utilizing 2D FFT	$(\frac{N^2}{2}) \log_2 N + \frac{N^2}{3} - 2N + \frac{8}{3}$	$(\frac{5N^2}{2}) \log_2 N + \frac{N^2}{3} - 6N + \frac{62}{3}$
2D-Block Matrix decomposition	$3N^2 \log_2 N - 2N^2 + 2N$	$\frac{3N^2 \log_2 N}{4}$

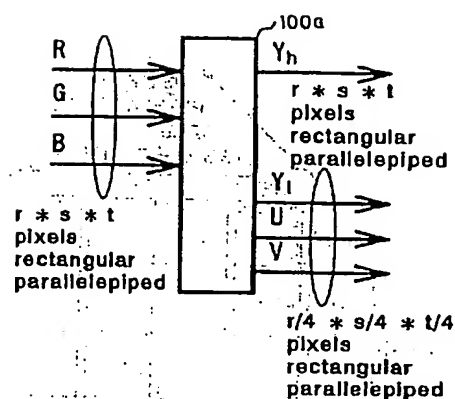
【図 19】



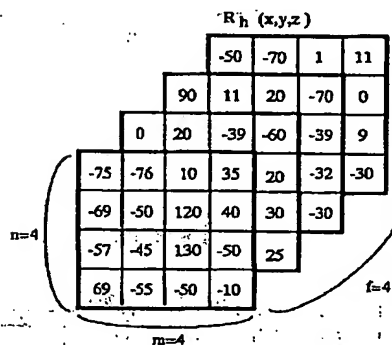
【図 20】



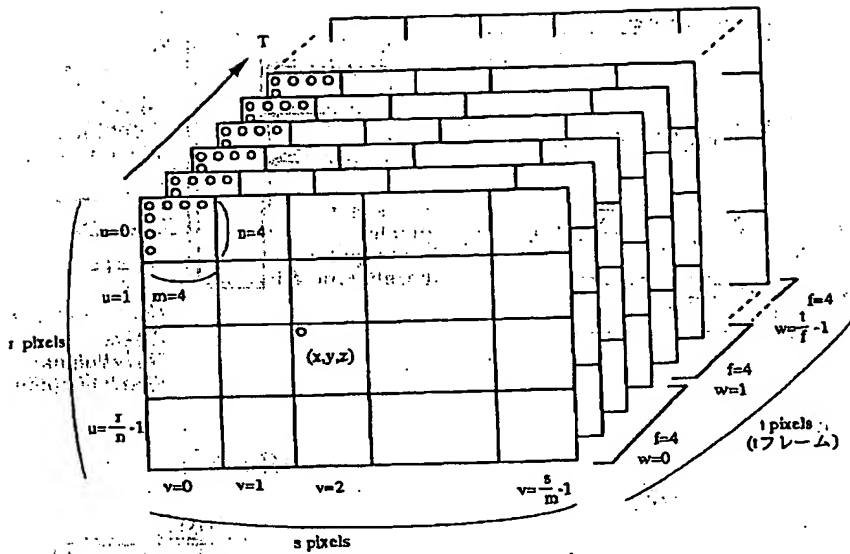
【図 30】



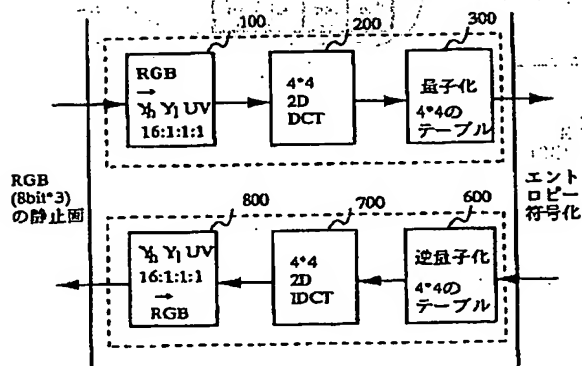
【図 34】



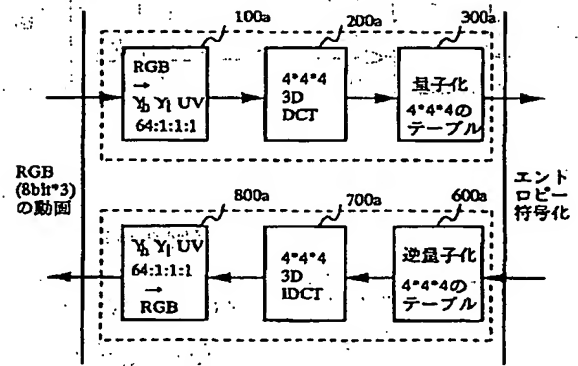
【図 2 6】



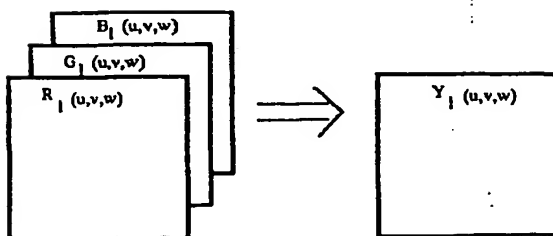
【図 2 7】



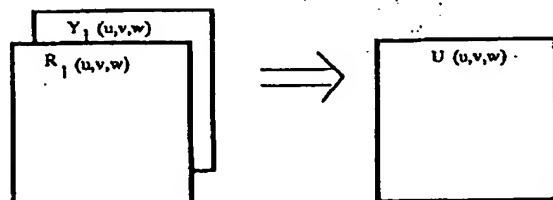
【図 2 8】



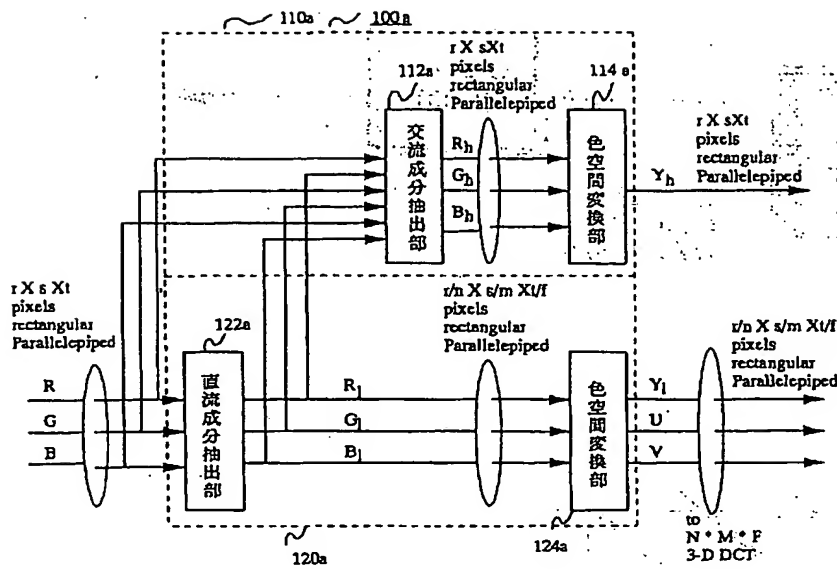
【図 3 5】



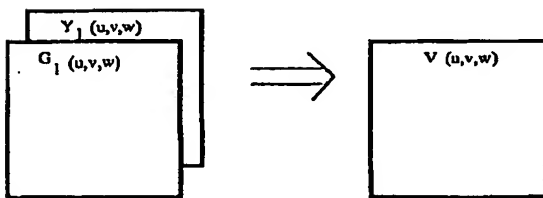
【図 3 6】



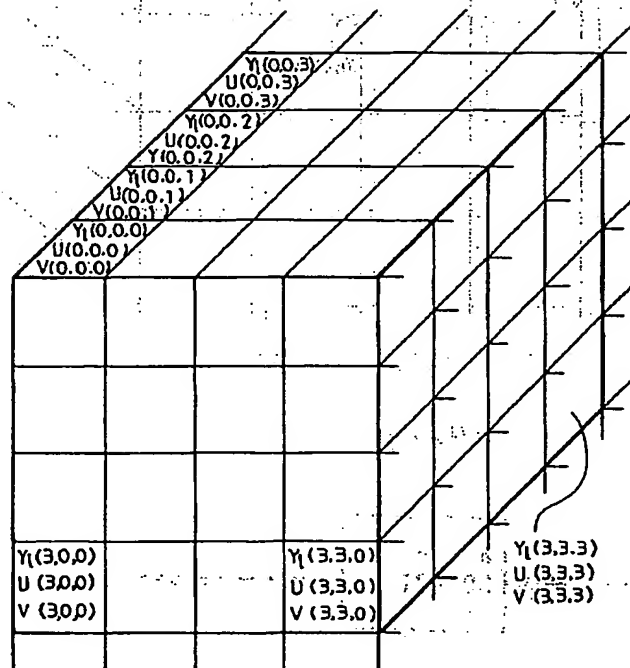
【図 3 1】



【図 3 7】



【図 3 8】



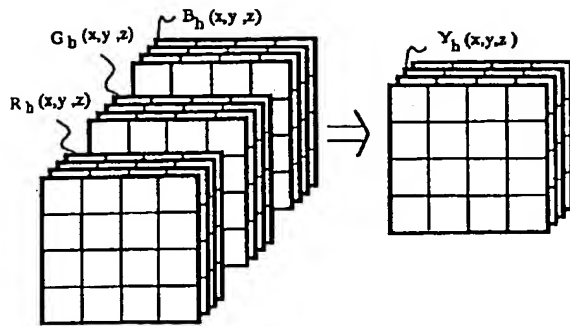
【図 5 3】

Multiplication		Addition	
本発明	JPEG	本発明	JPEG
$0.75n \times m$	$6n \times m$	$2.5625n \times m$	$6n \times m$

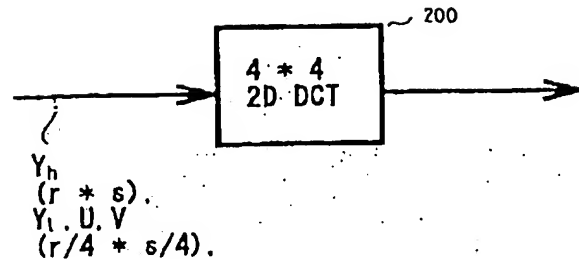
【図 5 5】

Multiplication		Addition	
本発明	JPEG	本発明	JPEG
$1.19n \times m$	$2n \times m$	0	0

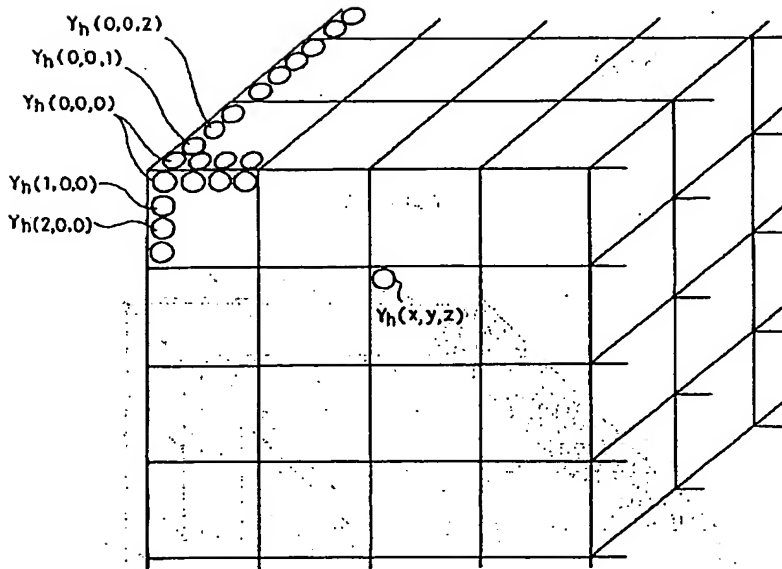
【図 3 9】



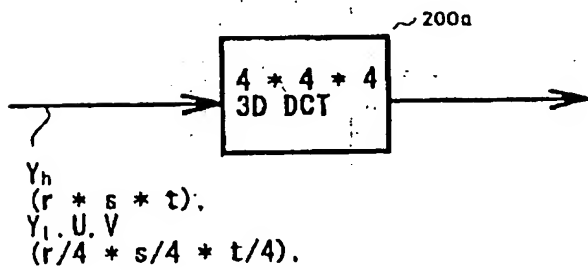
【図 4 1】



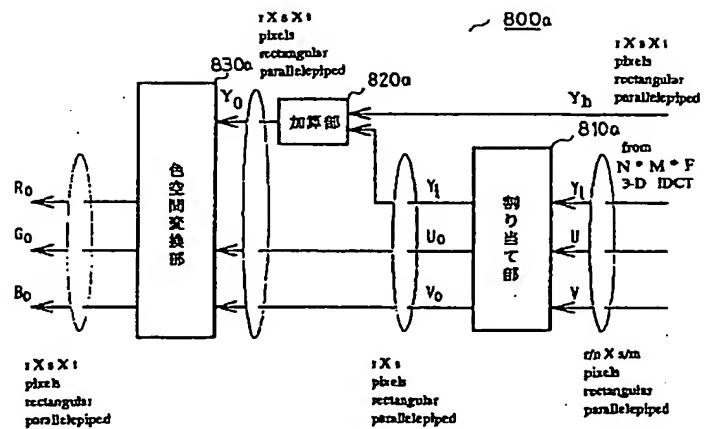
【図 4 0】



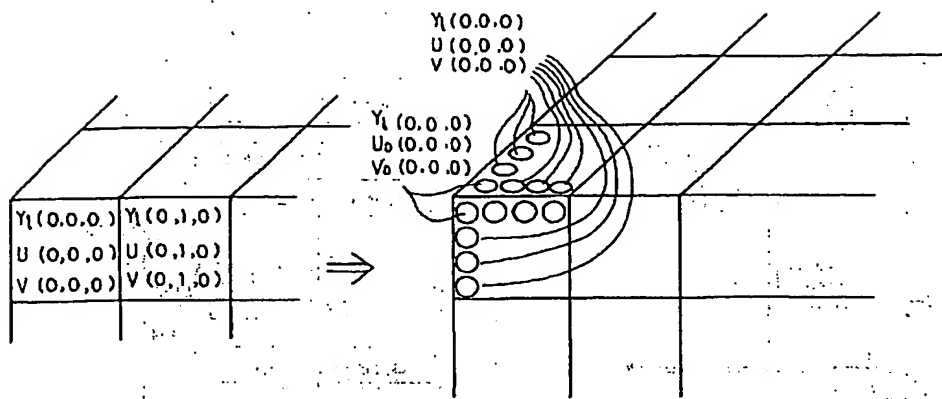
【図 4 2】



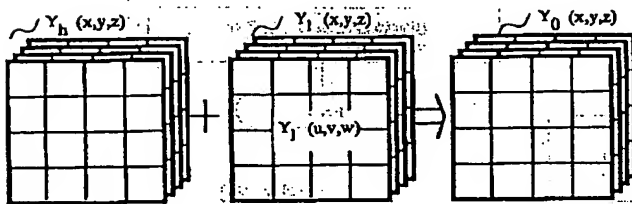
【図 4 3】



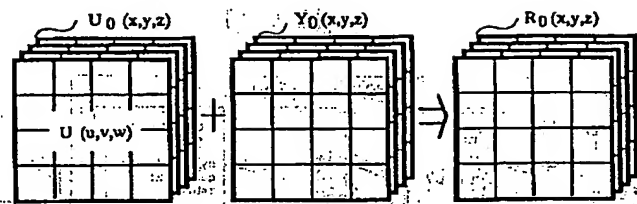
【図 4 4】



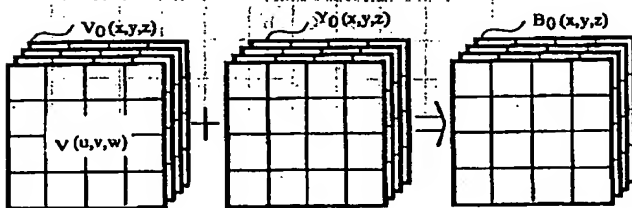
【図 4 5】



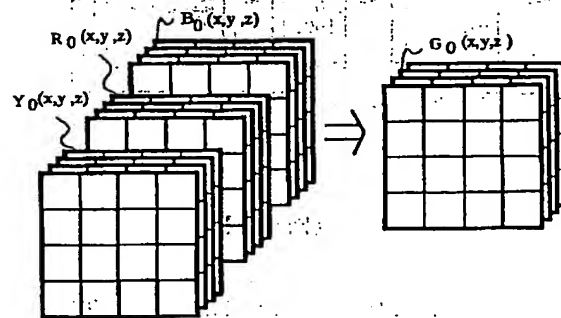
【図 4 6】



【図 4 7】



【図 4 8】

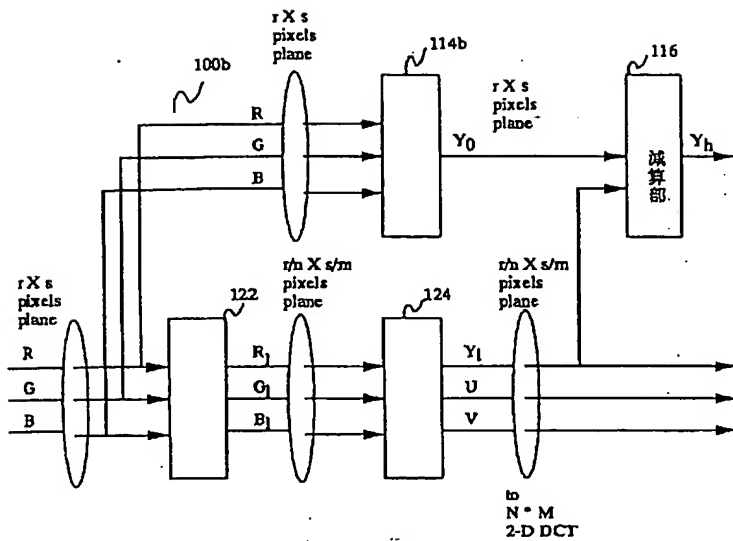


【図 5 2】

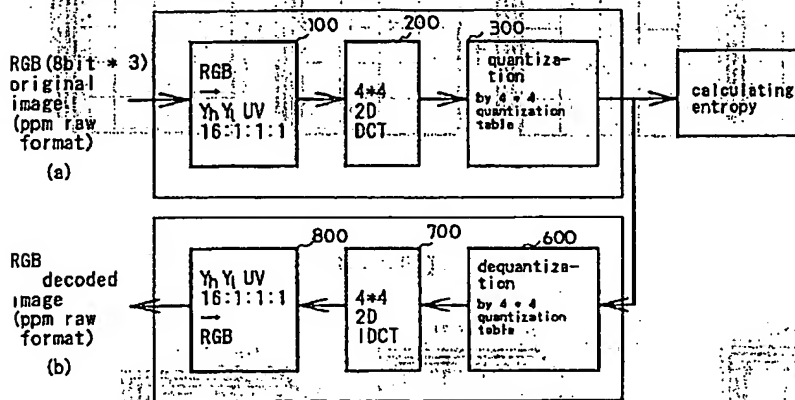
16	11	10	16	24	40	51	61	17	18	24	47	99	99	99	99
12	12	14	19	26	58	60	55	18	21	26	66	99	99	99	99
14	13	16	24	40	57	69	56	24	26	56	99	99	99	99	99
14	17	22	29	51	87	80	62	47	66	99	99	99	99	99	99
18	22	37	56	68	109	103	77	99	99	99	99	99	99	99	99
24	35	55	64	81	104	113	92	99	99	99	99	99	99	99	99
49	64	78	87	103	121	120	101	99	99	99	99	99	99	99	99
72	92	95	98	112	100	103	99	99	99	99	99	99	99	99	99

y u,v

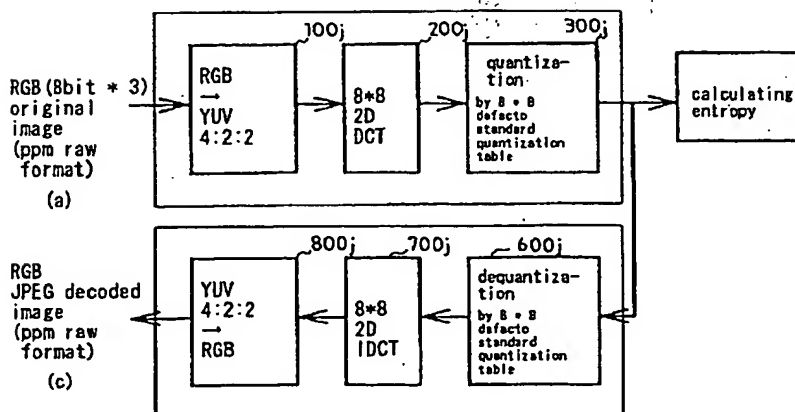
【図 4 9】



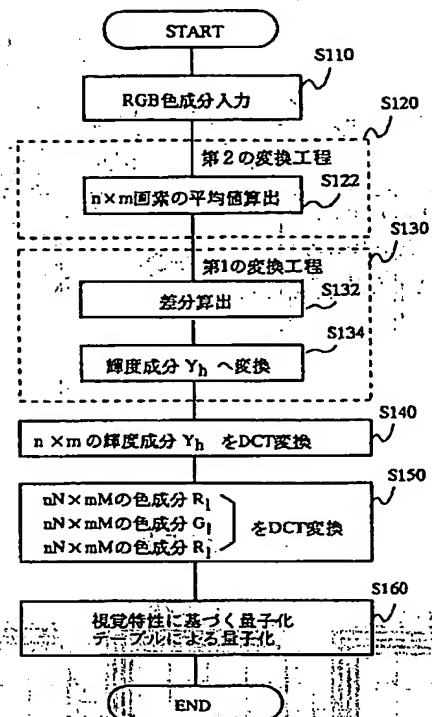
【図 5 0】



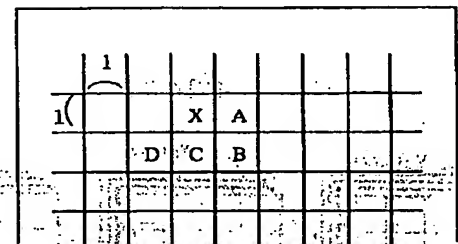
【図 5 1】



【図 5 8】



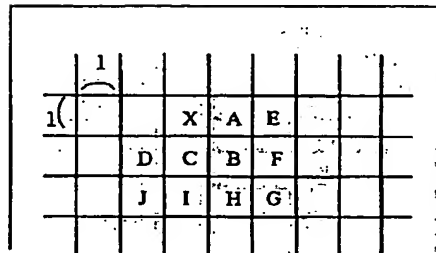
【図 7 2】



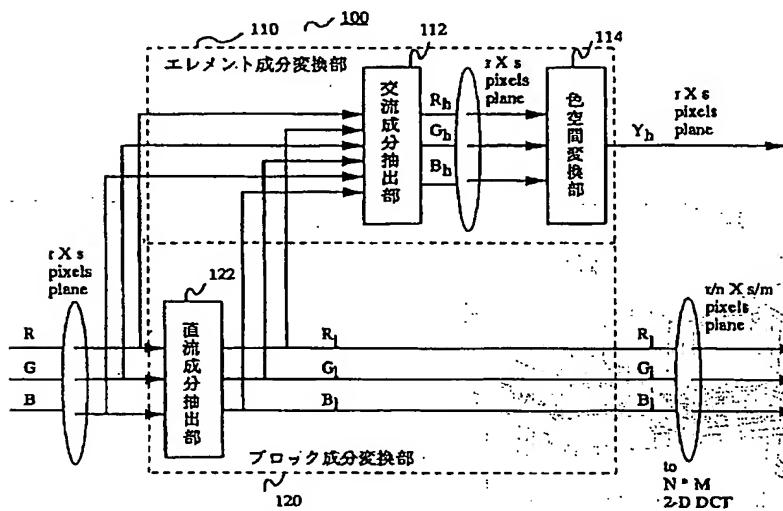
【図 5 4】

	Multiplication		Addition	
	本発明	JPEG	本発明	JPEG
Direct computation	$19n \times m$	$128n \times m$	$19n \times m$	$128n \times m$
Row-column decomposition (1D direct computation)	$9.5n \times m$	$32n \times m$	$9.5n \times m$	$32n \times m$
Row-column decomposition (utilizing 1-D FFT)	$1.186n \times m$	$3n \times m$	$11.26n \times m$	$33.5n \times m$
DCT utilizing 2D FFT	$1.187n \times m$	$3.25n \times m$	$5.12n \times m$	$14.81n \times m$
2D-Block Matrix decomposition	$5.34n \times m$	$14.5n \times m$	$1.78n \times m$	$4.5n \times m$

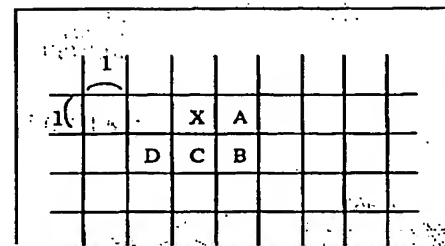
【図 7 3】



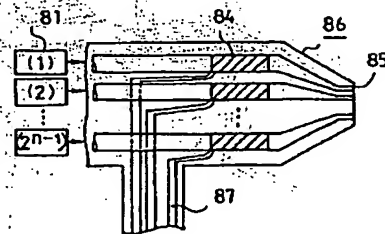
【図 5 6】



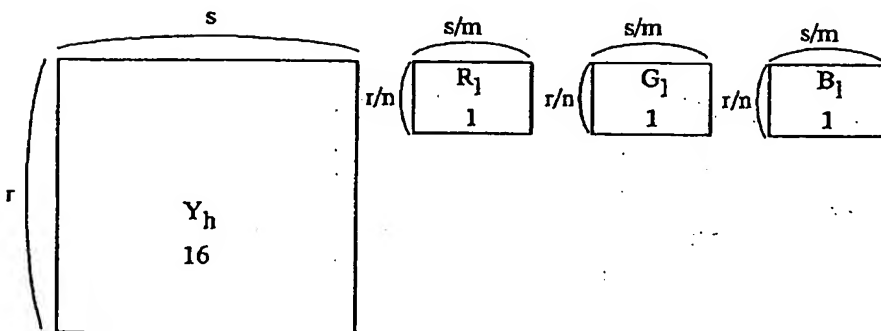
【図 7 4】



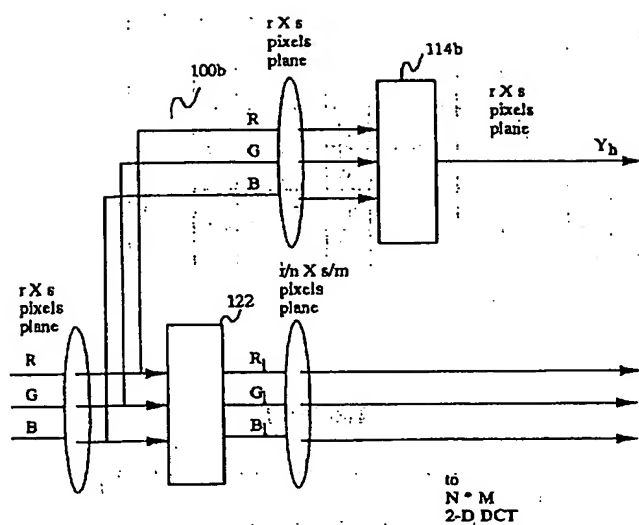
【図 7 7】



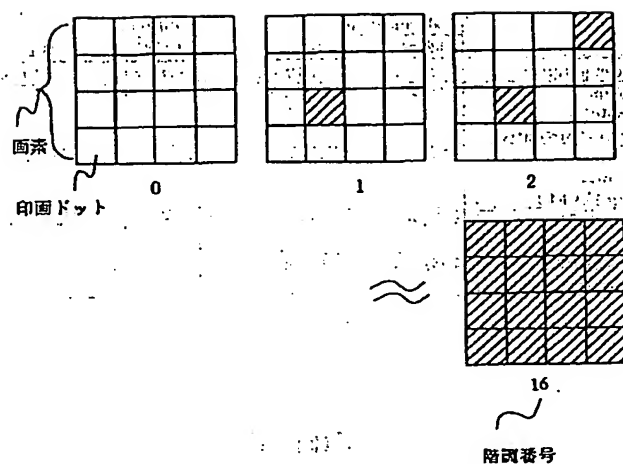
【図 5 7】



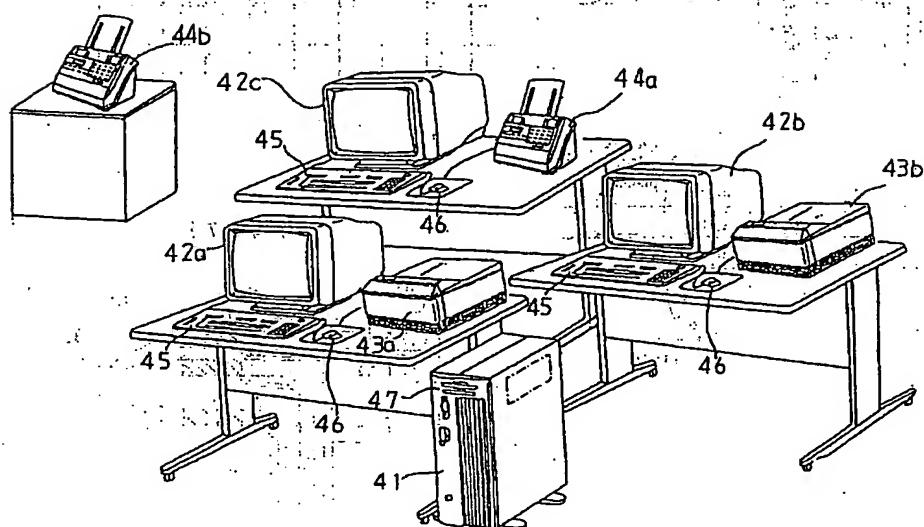
【図 5 9】



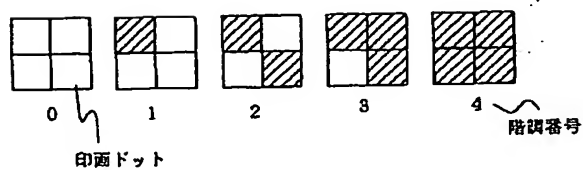
【図 6 5】



【図 6 0】



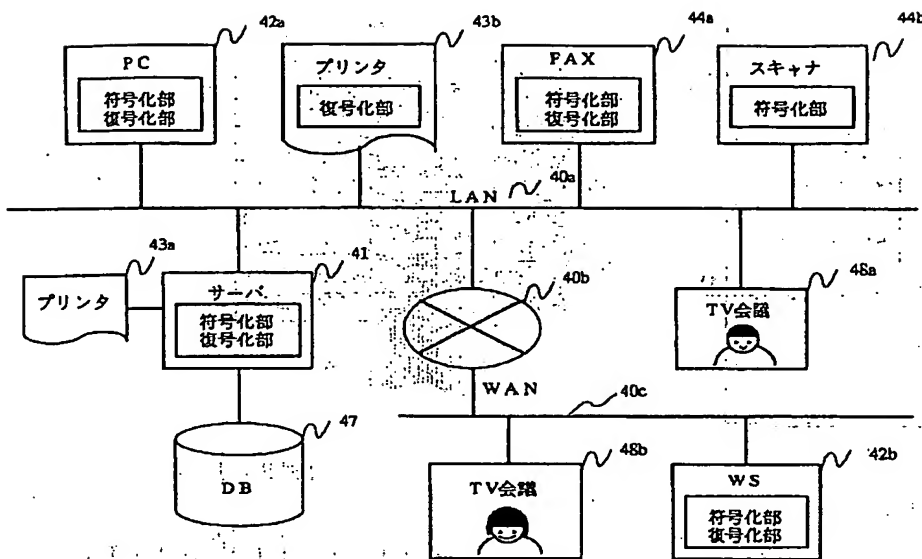
【図 6 7】



【図 7 5】

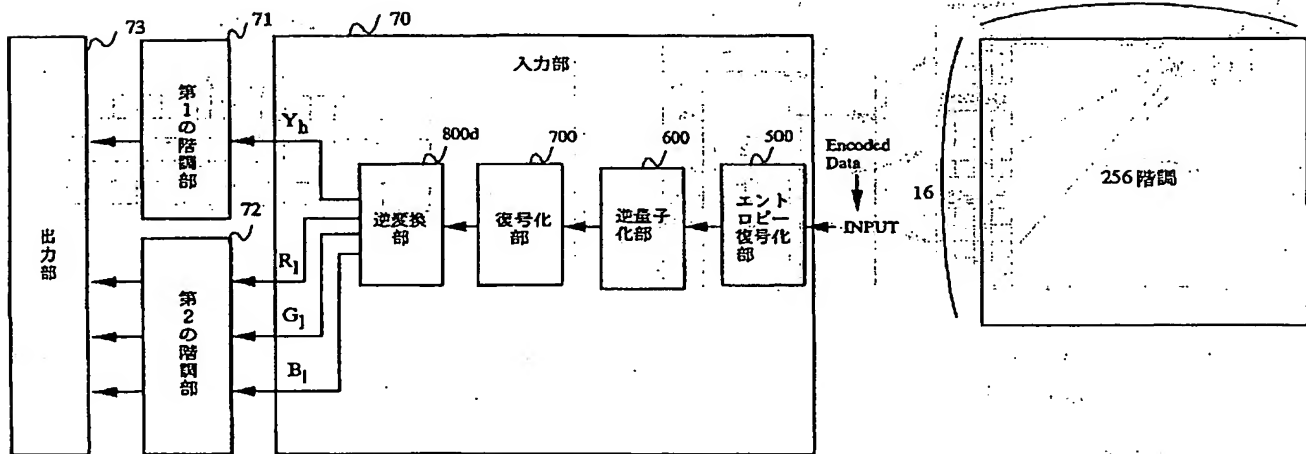
	4				
4		X	A	E	
	D	C	B	F	
	J	I	H	G	

【図 6 1】



【図 6 2】

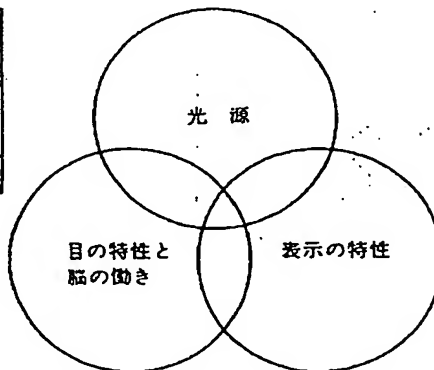
【図 8 1】



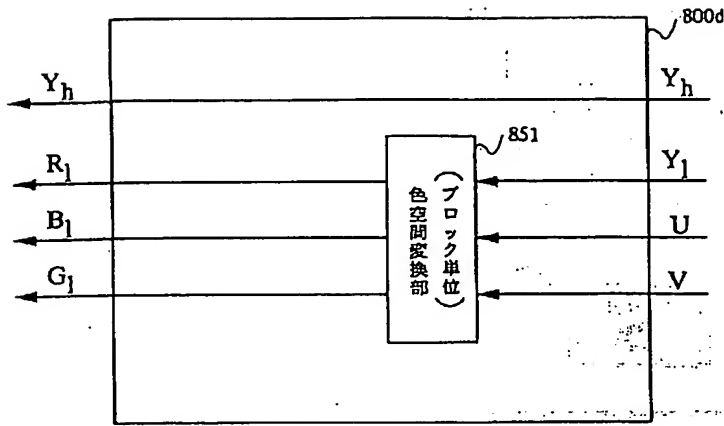
【図 7 9】

【図 8 3】

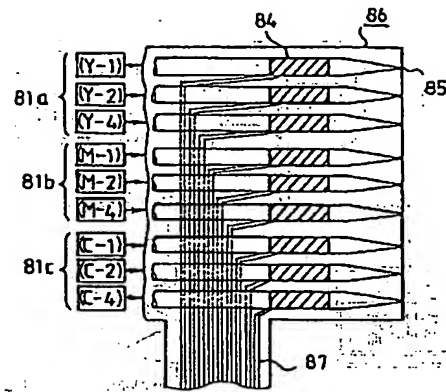
記録濃度		(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
		○	⊙	⊕	⊗	⊛	⊜	⊝	●
インク噴射量	(1) ⊕	0	1	0	1	0	1	0	1
	(2) ⊗	0	0	1	1	0	0	1	1
	(4) ⊛	0	0	0	0	1	1	1	1
	合計	0	1	1	2	1	2	2	3



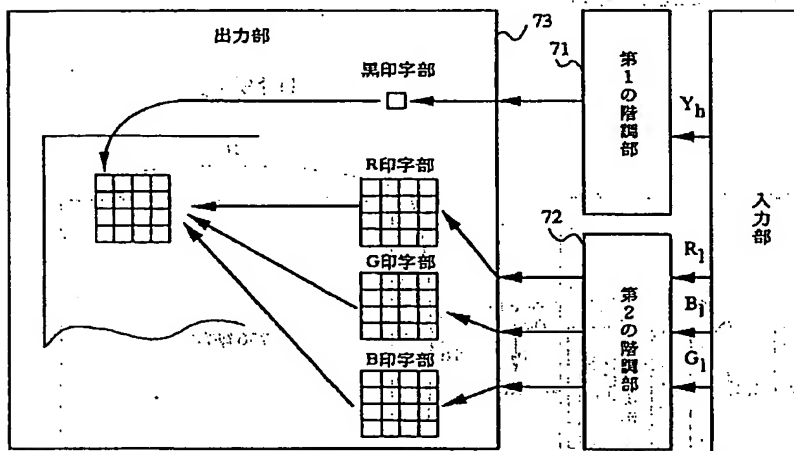
【図 6 3】



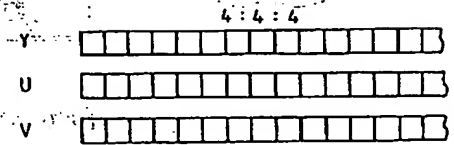
【図 8 0】



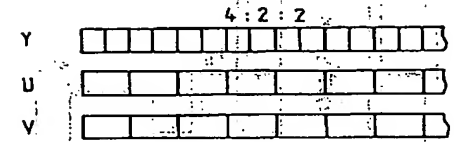
【図 6 6】



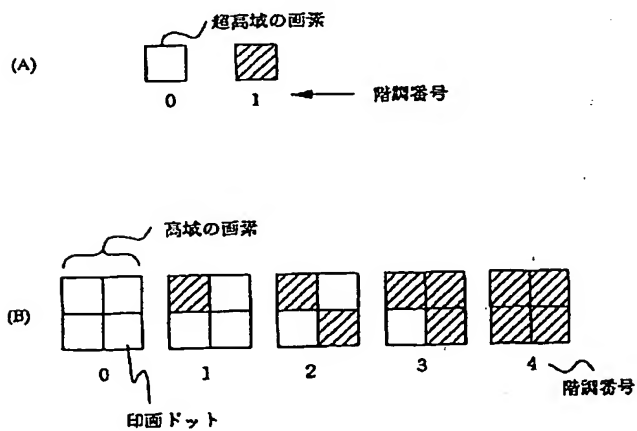
【図 8 8】



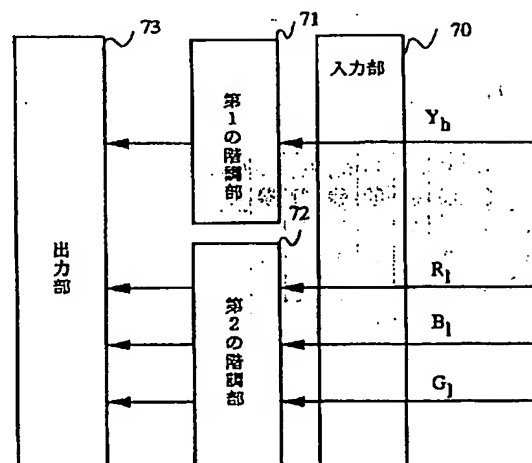
【図 8 9】



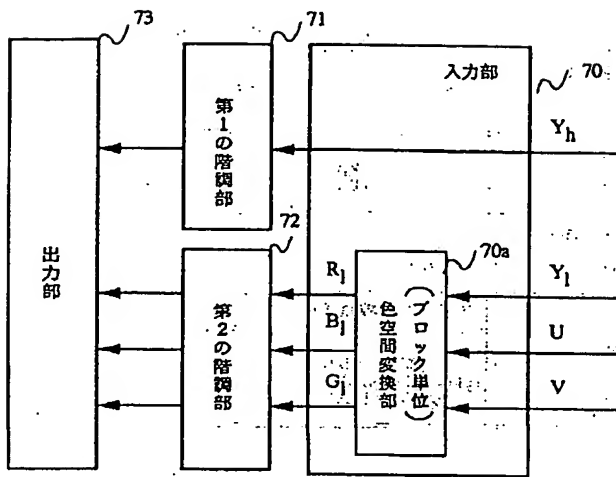
【図 6 8】



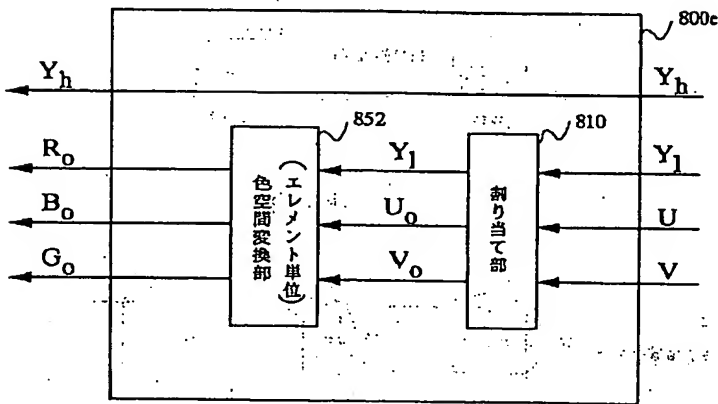
【図 6 9】



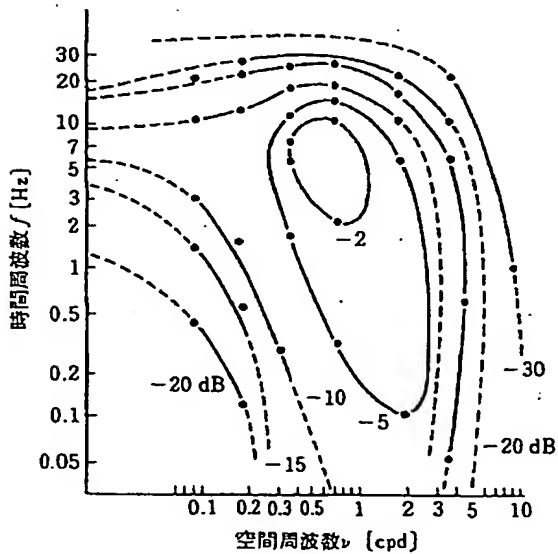
【図 70】



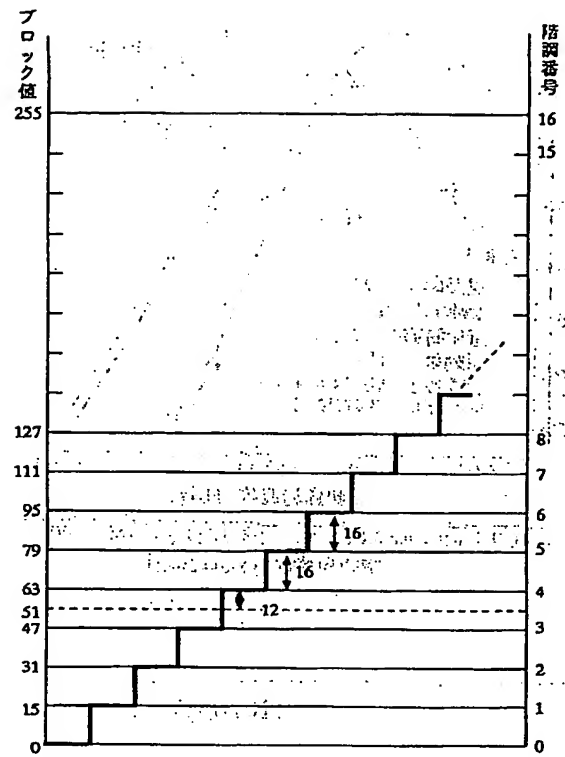
【図 71】



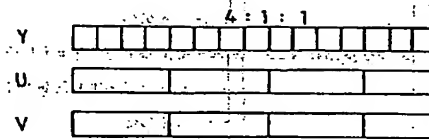
【図 85】



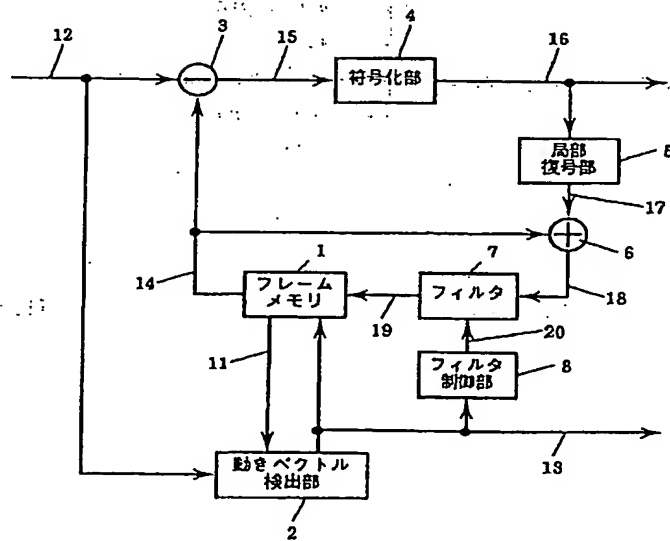
【図 76】



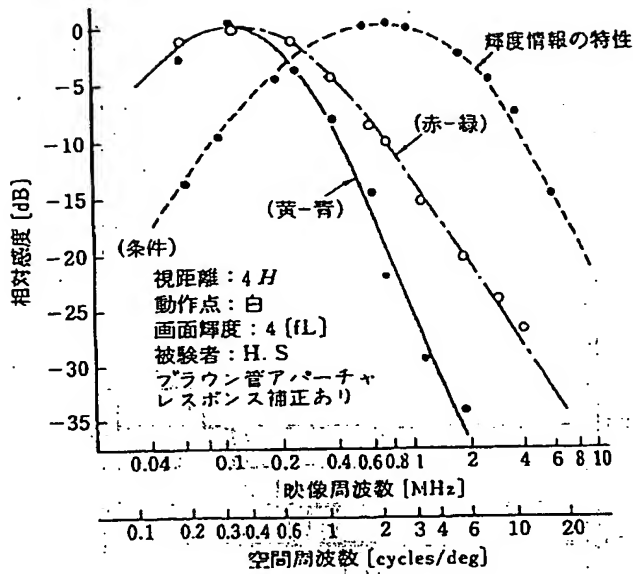
【図 90】



【図 87】



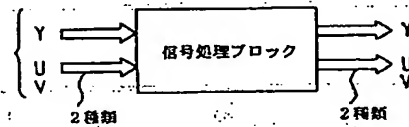
【図 8 4】



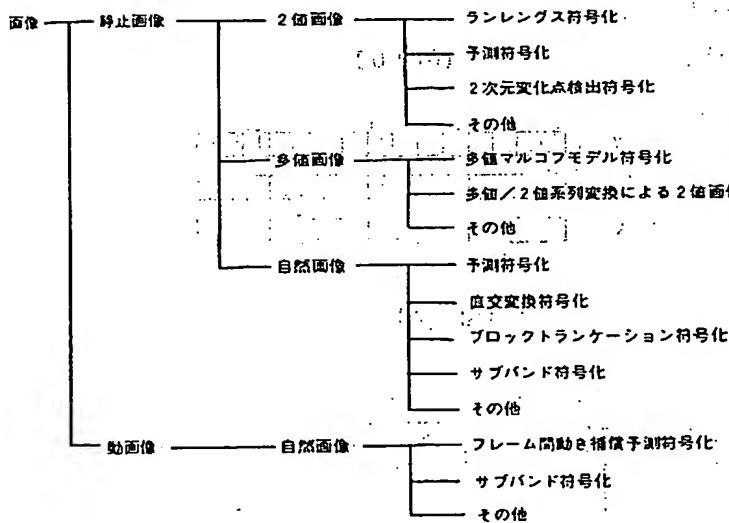
【図 9 1】

テレビ方式	525/60	625/50
走査線当り標本数		
輝度 Y	858	864
色差 $C_r C_b$	429	432
標本化周波数		
輝度 Y	13.5 MHz	
色差 $C_r C_b$	6.75 MHz	
走査線当り有効標本数		
輝度 Y	720	
色差 $C_r C_b$	360	
量子化	8ビット直線量子化	
レベル割当て		
輝度 Y		黒 16 白ピーク 235
色差 $C_r C_b$		128 ± 11.2

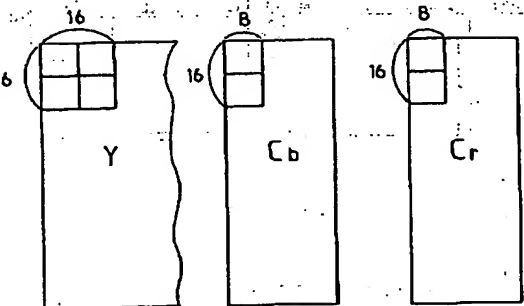
【図 9 3】



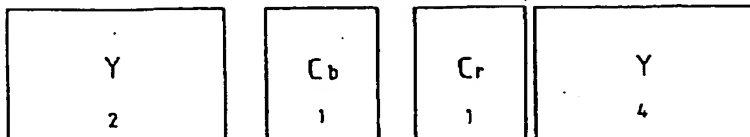
【図 8 6】



【図 9 6】



【図 9 4】



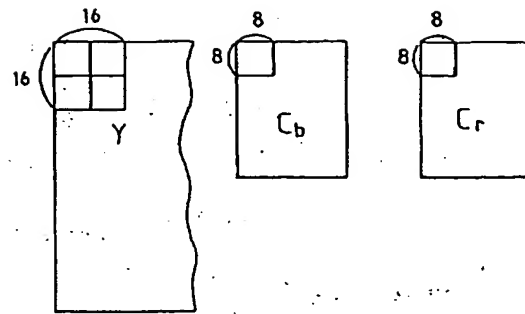
【図 9 5】



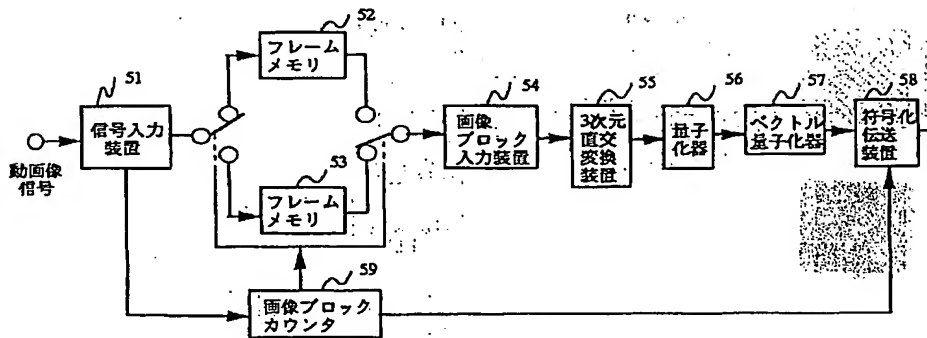
【図 9 2】

走査線数	1125
毎秒フィールド数	60
アスペクト比	16:9
走査線数当り標本数 輝度 Y 色差 P _r P _b	2200 1100
標本化周波数 輝度 Y 色差 P _r P _b	74.25 MHz 37.125 MHz
走査線当り有効標本数 輝度 Y 色差 P _r P _b	1920 960

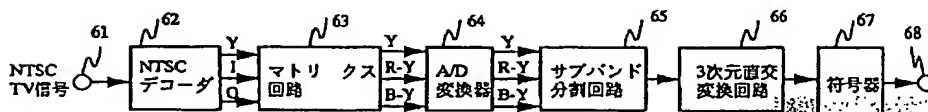
【図 9 7】



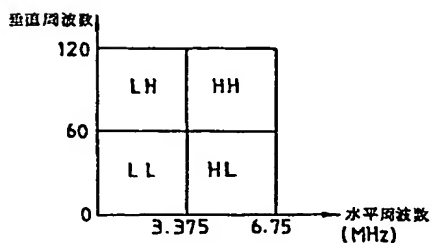
【図 9 8】



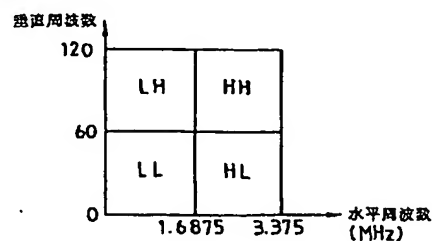
【図 9 9】



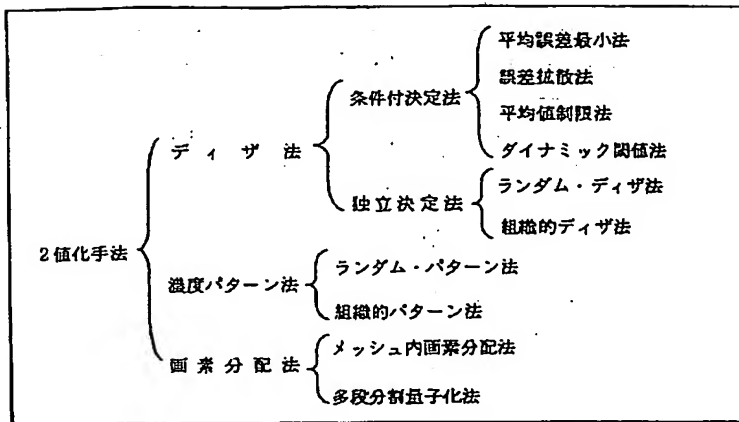
【図 100】



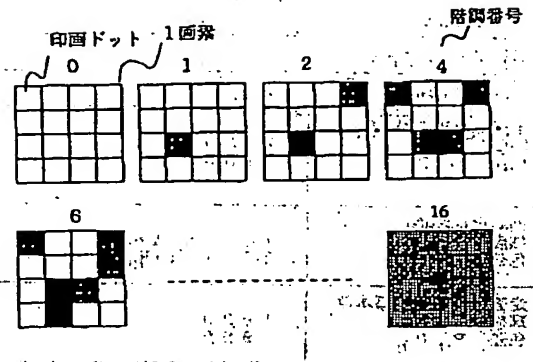
【図 101】



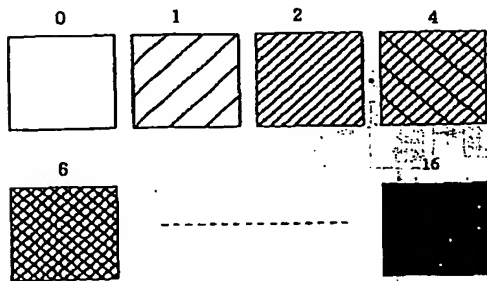
【図102】



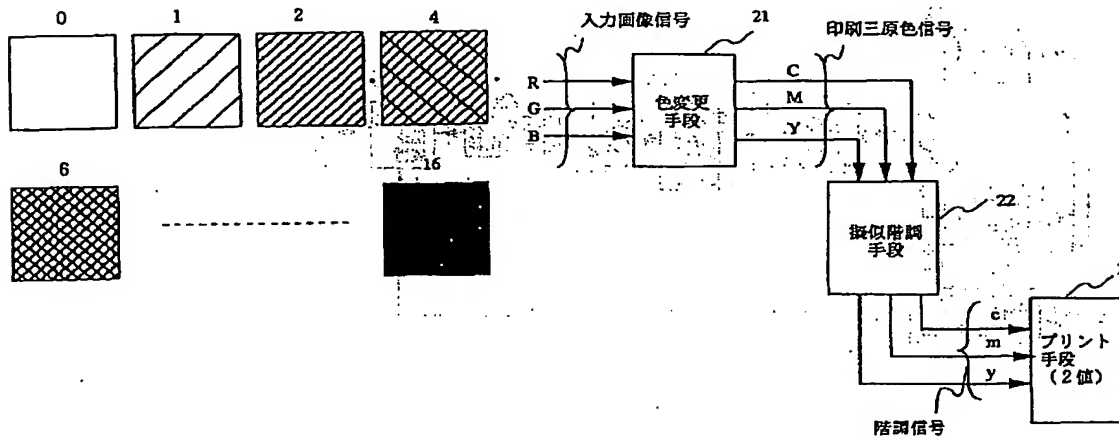
【図103】



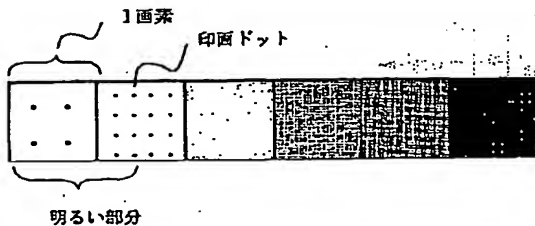
【図104】



【図105】



【図106】



フロントページの続き

(72) 発明者 鈴木 文雄
 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
 菱電機株式会社内

(72) 発明者 小泉 寿男
 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
 菱電機株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.